

BULLETIN

DU

DÉPARTEMENT DE L'AGRICULTURE

AUX

INDES NÉDERLANDAISES.

N^o. XLVII.

(GÉOLOGIE AGRONOMIQUE IX).

BUITENZORG,
IMPRIMERIE DU DÉPARTEMENT
1911.

ERGEBNISSE
MECHANISCHER ANALYSEN
TROPISCHER BÖDEN.

VON

Dr. E. C. JUL. MOHR.

Einleitung.

§ 1. Im ersten Teil dieser Arbeit habe ich die Methode beschrieben, nach welcher im hiesigen Laboratorium die mechanische Analyse von Böden ausgeführt wird; im vorliegenden, zweiten Teil will ich versuchen, der Fülle der damit gewonnenen Daten einige allgemeine Gesichtspunkte abzurufen.

Zweierlei graphische Darstellungen der Resultate habe ich im ersten Teil angegeben; beide will ich auch hier verwenden, sowohl das prozentische Diagramm, wie das Dreieck.

Das Material dieser Arbeit ist räumlich auf Niederländisch-Indien beschränkt, und zwar in der Hauptsache auf die einstweilen noch bedeutendste Insel Java. Ich werde dieses Material jedoch nicht topographisch einteilen, sondern aus den vielen und vielerlei Böden bestimmte Gruppen, Familien, hervorheben und einer näheren Betrachtung unterziehen. Es versteht sich von selbst, dass dabei nicht der geringste Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann; das will diese Arbeit auch nicht. Sie will höchstens einen Eindruck geben, welche anschaulichen Resultate man mittelst der in letzter Zeit vielgeschmähten mechanischen Analyse erreichen kann, wenn man sie ausführt, wie vor kurzem von mir beschrieben.

§ 2. Wenn ich im folgenden zur Einteilung der Böden in Gruppen und Familien erstens benutze die Gesteinsart, aus welcher die Böden hervorgegangen, und zweitens, die Art der Verwitterung

und Bodenbildung, so will ich damit nicht gesagt haben, dass das erstere Kriterium mehr ausschlaggebend sei als das zweite. Es mag dieses allerdings der Fall sein, solange von einer eingreifenden Verwitterung noch keine Rede sein kann, sei es, dass die Zeit dazu noch zu kurz war, sei es, dass das Klima keine solche Verwitterung mit sich bringt. Aber in Fällen derartiger Verwitterung, dass fast- oder gar kein Mineralkorn des ursprünglichen Gesteins bleibt was es war, kommen die Verwitterungsböden einander manchmal so nahe, dass man kaum mehr sagen kann, was das Muttergestein gewesen. Für solche Fälle ist dann gewiss die Verwitterungsweise mehr ausschlaggebend bei der Einteilung der Böden, als die Art des Muttergesteins. Immerhin kommt es mir, — aus genetischen Gründen könnte man sagen, — logischer vor, die Einteilung nach dem Muttergestein, oder vielleicht besser gesagt nach dem Ausgangsmaterial zur Bodenbildung, voraufgehen zu lassen.

§ 3. Die *Gesteine*, welche auf Java *bodenbildend* auftreten, sind nur wenige an der Zahl.

Von den massigen Gesteinen sind es fast ausschliesslich *Andesite* und *Basalte*; allerdings spielen diese denn auch eine sehr bedeutende Rolle. Ein Bisschen Diabas und Gabbro möge unter dem zusammenfassenden Namen: quarzfreie basische Silikatgesteine mit durchgehen. Auch die vielen tertiären *Konglomerate* und *Brecciën*, aus gleichartigem vulkanischem Material aufgebaut, verhalten sich bei der Verwitterung den genannten Gesteinen dermassen ähnlich, dass es mir notwendig vorkommt, sie zu dem hier vorliegenden Zweck von den übrigen tertiären Gesteinen, nämlich den marinen kalkhaltigen Ablagerungen, abzutrennen, und den Andesiten, u.s.w. zuzufügen.

Ausser einigen wenigen Sandsteinen sind die vorhandenen Sedimentärgesteine hauptsächlich jungtertiäre *Mergel* und *Kalke*. Die Mergel sind einmal mehr fein-sandig, und dann vielfach kalk-arm oder kalkfrei, andermal mehr tonig, und dann gewöhnlich kalkreich. Der Kalkgehalt wechselt von 0 — 70% CaCO_3 . Die sehr feinkörnigen Mergel haben weit grössere Verbreitung, als die zuerstgenannten. Die Kalksteine sind zum grössten Teil Foraminiferenkalke, zum kleinsten Korallenkalk. Manche sind etwas tonig; die meisten jedoch führen mehr oder weniger, gröberen

und feineren Sand. Dieser Sand ist hauptsächlich Quarz; soweit er jedoch Feldspath und Augit ist, oder gewesen ist, kann er verwittern zu Bodenbestandteilen, feiner als obiger Sand.

Auf den andern Inseln (Sumatra besonders) giebt es ausserdem aber noch saure massige Gesteine wie Granit, Syenit, u.s.w. ferner Quarzite und Quarzsandsteine.

Somit lassen sich die Gesteine, welche hier für die Bodenbildung in Betracht kommen wie folgt zusammenstellen:

A. MASSIGE GESTEINE.

a. *Basische Eruptivgesteine.* Basalte, Andesite, etc.

b. *Saure Gesteine.* Granit, Syenit, etc.

B. SEDIMENTÄRGESTEINE.

a. *Kalksteine.*

b. *Mergel.*

c. *Sandsteine.*

In den folgenden Kapiteln werden nun zuerst für die Gruppe A die Verwitterungsreste, die Residualböden, die primären Böden besprochen, und nachher die Böden aus transportirtem Material, die secundären Böden.—Dann folgt für B die nämliche Behandlung.

PRIMÄRE BÖDEN AUS PRIMÄREN GESTEINEN.

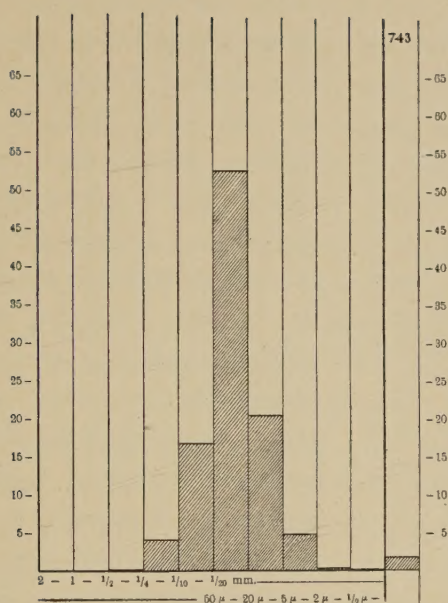
A. a. Böden aus basischen Eruptivgesteinen.

§ 4. Diese Gesteine werden hier zu lande in sehr verschiedener *Form* der Verwitterung preisgegeben.

a. Es kommt nur selten vor, dass die Gesteine unbedeckt *anstehen*, und also in fester Form, ohne heterogenetische Bedeckung, verwittern können, derartig, dass man sie überdeckt findet durch eine Verwitterungsschicht, welche ohne weiteres aus dem anstehenden Gestein hervorging. Fast immer hat der Vulkan, welcher sie als Lava hat ausfliessen lassen, gleichzeitig oder später grosse Massen loser Produkte, Efflaten, in die Luft geschleudert, und damit die Umgebung überschüttet. Wenn man also Verwitterungs-erde, Residualboden, antrifft, so ist er nahezu immer aus jenen Auswürflingen hervorgegangen. — Eigentlich findet man die einzigen Stellen, wo wirklich festes Gestein dem Wetter und Regen ausgesetzt ist, blos an ganz steilen Abhängen, und dort kann sich ein Verwitterungsboden natürlich nicht halten. Auf diese Weise möchte ich begreiflich machen, dass es mir noch nicht gelungen ist, auf Java einen gewachsenen Boden anzutreffen, welcher unzweifelhaft rein aus dem unterliegenden, anstehenden basischen Eruptivgestein hervorgegangen ist.

§ 5. * β. Dagegen giebt es wohl *reine Efflataböden*, und zwar in sehr verschiedener Feinheit, näml. sehr grobsteinige-, und sehr feinkörnige-. Diese Böden sind entweder reine Luftsedimente auf primärer Lagerstätte, oder solche, mittelst Wasser in mächtigen Schlammströmen transportirt, vielfach nur so kurze Zeit nachdem die Efflaten von dem betreffenden Vulkan ausgeschleudert waren, dass von Verwitterung des Gesteins noch kaum die Rede sein konnte.

Solange das Material noch frisch ist, kann man die primären Sedimente, besonders die in einiger Entfernung niedergefallenen feineren Aschen im grossen ganzen recht gut von den durch Wasser abgesetzten secundären unterscheiden, und zwar durch die Form der Kurve, welsche bei der mechanischen. Analyse in dem prozentischen Diagramm zum Vorschein kommt.



No. 743.

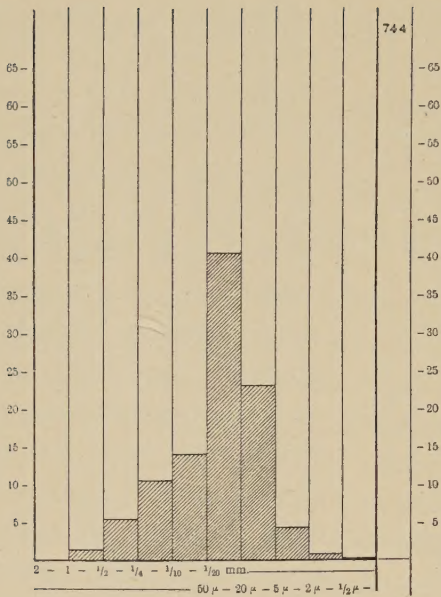
Asche vom Merapi—Temanggung—
Provinz Keduh—Java.

Hierneben ein typisches Luftsediment, eine *vulkanische Asche*, in einiger Entfernung vom betreffenden Vulkan abgesetzt. Gröberer Sand als solcher von $\frac{1}{4}$ m.M. ist an anderer Stelle, dem Krater näher, vollständig niedergeschlagen; feinerer Staub als solcher von etwa 2μ ist von der schwachen Luftströmung nach grösserer Entfernung hin mitgenommen worden. Einen Vergleich mit Sedimenten aus Wasser findet man bei der Beschreibung der letzteren.

§ 6. Der feine Sand dieser Asche erwies sich u. d. M. aus nachfolgenden Bestandteilen zusammengesetzt: Glas, mit Luftporen, also Bimstein, — Plagioklas, — Hypersthen, — Erzkörnern, — grüner Hornblende, — roter Hornblende. Die letztere ist charakteristisch für die Gesteine, Tuffe und Efflaten des Merapi; man findet sie in allen, den Merapi umgebenden Böden zurück, namentlich in den Fraktionen: $100-50\mu$ und $50-20\mu$. Keiner der anderer heutigen Vulkane wirft diese rote Hornblende aus. Kennzeichen: ausgezeichneter Dichroismus: weingelb — portweinrot. Somit hat man in dieser roten Hornblende ein „Leitmineral“ für Merapi-asche, bei der Bodenuntersuchung in Mittel-Java.

Nicht unerwähnt darf bleiben, dass etwa $1\frac{1}{2}\%$ der Asche sich bei der Analyse in Wasser lösten; 151 mgr auf $2\frac{1}{2}$ Ltr; macht also 60 m/L ; diese Zahl ist so klein, dass man die Asche ohne Zweifel als erschöpft an leichtlöslichen Bestandteilen betrachten darf; es waren dies Chloride und Sulfate von Kalk und den Alkaliën. Allein ganz frische Asche enthält deren so viel; nach ein Paar Regengüssen sind diese Salze fortgewaschen.

§ 7. In manchen Aschen kommen auch gröbere Teile vor. Wir haben dann wohl anzunehmen, dass diese bei den Eruptionen,



Material auswerfen; während nur kurzer Zeit; danach fahren sie fort mit der Hauptmasse. Die Aschenablagerung ist dann schön geschichtet, wie eine Torte mit Crêmeeinlagen.

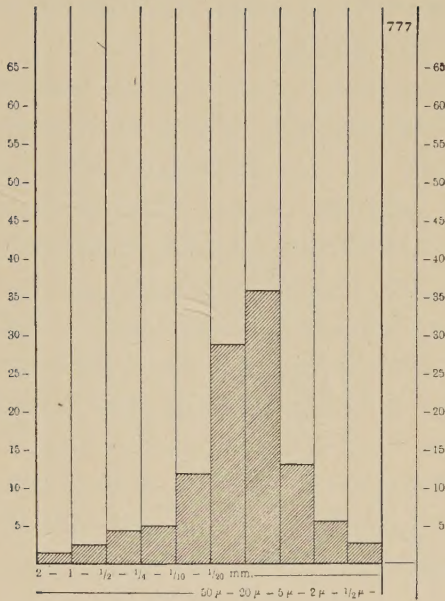
So hat z. B. der G. Salak, hier bei Buitenzorg, bei seinem letzten Ausbruch die hiesige Umgebung mit Asche überstreut, welche jetzt gründlich verwittert ist zu dunkelgelbbraunem Lateritboden (siehe darüber weiter hinten). Überall aber, in einer Tiefe von etwa $1\frac{1}{2}$ M. genau der Oberfläche folgend, findet man eine blassgelbe, durch viele gröbere Plagioklaskristalle sandige Schicht von etwa 25 c.M. — In einer Entfernung von etwa 20 K.M. nach N. keilt sie allmählich aus, gleichzeitig mit der dunkleren Ueberdeckung; mehr nach S. W., auf dem Abhang des Salaks selber, wird die gelbe Schicht bis über 1 M. dick; die überliegende Schicht ist dort aber verhältnismässig nicht so viel dicker; erklärlich ist das leicht aus der feineren Beschaffenheit der letzten Asche, im Vergleich zu derjenigen der Asche aus welcher die gelbe Schicht hervorging.

Ich erwähne dieses Beispiel ausführlich, weil die gelbe Schicht merklich härter als der über- und unterliegende Boden, also vertuft, ist. Auf den ersten Blick wäre man vielleicht geneigt, an eine lokale Bildung, durch Konkrezion z. B., zu denken; stösst dann aber, wie so oft hier zu lande der Fall ist, bei der näheren Erklärung der Erscheinung auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Die obige Annahme, das ein Vulkan erst Asche *A* ausbläst, dann kurze Zeit Asche *B*, und dann wieder mit *A* fortfährt, nimmt die angedeuteten Schwierigkeiten sofort weg. Später (Siehe § 21) werde ich noch ein Beispiel dieser Art anführen.

§ 9. Wenn die Aschen *verwittern*, bilden sich je nach dem Klima, und der vorherrschenden Verwitterungsform sehr verschiedene Böden.

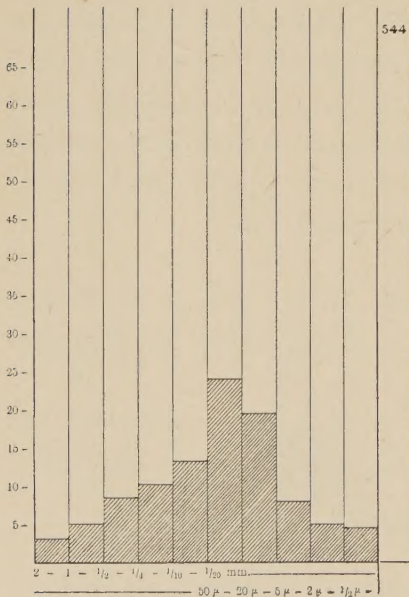
Im *trocknen* Ost-Java geht die Verwitterung nur *langsam* vor sich; man sieht, dass die Asche nicht mehr frisch ist, daran, dass sie sich bräunt.

Einen ersten Anfang davon zeigt Fig. No. 777; (auf S. 8); die Kurve ist noch ziemlich rein die ursprüngliche Aschenkurve, allein sie fängt eben an, sich auf folgende Weise zu ändern. Der hohe Gipfel bei den Fraktionen 5—20 und 20—50 μ , (welcher, beiläufig gesagt, bei fast allen Aschen hiezulande zurückgefunden

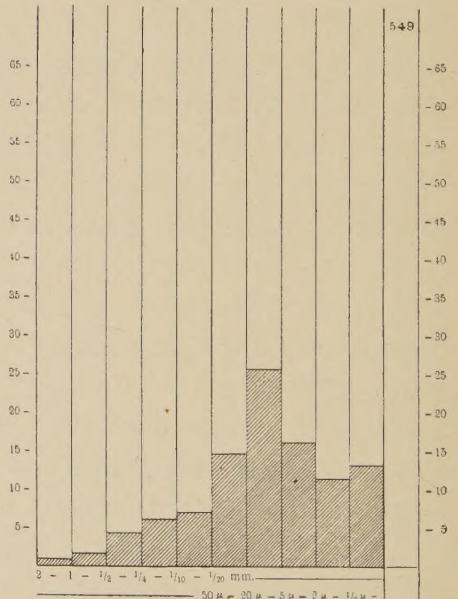


No. 777.
Asche des Raun.
Asambagus—Ost-Java.

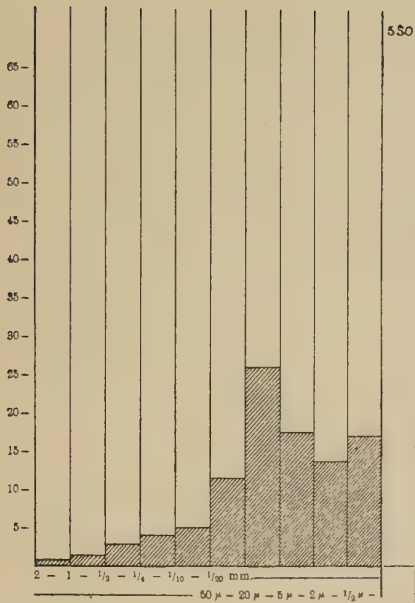
wird), wird niedergedrückt; der rechte Kurventeil hebt sich. Der verwitternde feine Bimstein scheint aber, ausser zur Bildung von feinem Lutum, auch Anlass zu geben zur Bildung größerer Teile; dies ist sehr begreiflich, wenn man die Tatsache heranzieht, dass in dem betreffenden Klima die Aschen deutliche Neigung zur Tuffbildung zeigen. Nun, eine bescheidene, anfängliche Tuffbildung muss wohl zum Verkleben von feineren zu größeren Körnern, also einem Herausschieben des



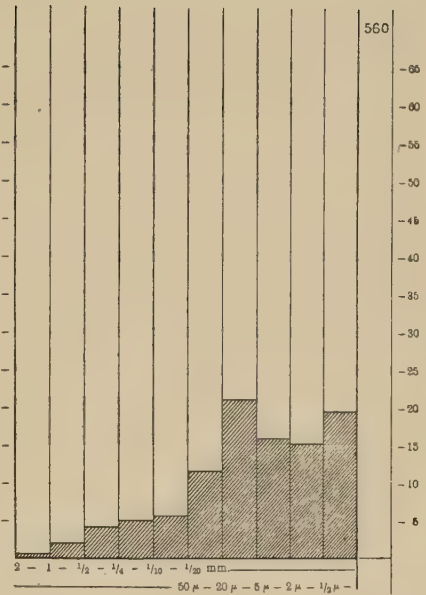
No. 544.
Verwitternde Asche des Raun.
Asambagus—Ost-Java.



No. 549.
Verwitterte Asche des Raun.
Asambagus—Ost-Java.



No. 550.



No. 560.

Aschenböden (Efflaböden) in fortschreitender Verwitterung — Asambagus—Ost-Java.

linken Kurvenfusses führen; und so entsteht eine, im Vergleich zu derjenigen der Fig. 558, schon etwas flachere Kurve (Fig. No. 544). Weiter fortgeschrittene Verwitterung zeigen die weiteren Kurven (Fig. No. 549—550—560).

§ 10. Und doch kann man bei Böden aus diesem trocknen Klima aus der Form der Kurve nur wenig Bestimmtes über den Grad der Verwitterung ablesen. Allerdings bringt auch hier die Verwitterung eine Umwandlung wasserfreier in wasserhaltige Mineralien mit sich, aber es scheint, dass diese sich in anderer Form ausscheiden als in einem feuchten Klima. Kann man für letzteres als Regel beobachten, dass die Kurve des Diagramms in gewissem Sinne von links nach rechts wandert, im trocknen Klima kommt es vor, dass Kurven von mehr oder weniger stark verwitterten Böden kaum von solchen frischen Aschen zu unterscheiden sind. Dann lässt sich der Grad der Verwitterung nur aus der Betrachtung des Sandes, oder praktisch viel kürzer, aus dem Glühverlust bestimmen.

Auf den ersten Blick würden die bisher betrachteten Aschenböden ein schönes Parallellaufen vom Glühverlust, also dem Verwitterungsgrad, mit der Form der Kurve, d. h. mit dem Gehalt an kolloiden Verwitterungssubstanzen, anzeigen:

| Fortlauf. Nr. | Glühverlust | Schwebeschlamm |
|------------------|-------------|-------------------|
| 743 | 1.1 % | 0 % |
| 744 | 4.7 " | 1 $\frac{1}{2}$ " |
| 558 | 4.5 " | 1 $\frac{1}{2}$ " |
| 544 | 6.4 " | 4 " |
| 557 | 8.6 " | 8 " |
| 549 | 9.3 " | 13 " |
| 550 | 10.1 " | 17 " |
| 560 | 10.4 " | 19 " |

§ 11. Man muss hier aber sehr vorsichtig sein in der Anwendung der Kunst „de grouper les chiffres“, denn es lassen sich aus einer grösseren Anzahl, auch leicht einige Böden zusammenstellen, deren Kurven einander treffend ähnlich sehen, die aber sehr verschiedene Glühverluste zeigen. Dass sich die Unterschiede der letzteren jedoch nicht allein auf Unterschiede des Humusgehaltes zurückführen lassen, sondern dass tatsächlich Unterschiede des Verwitterungsgrades vorliegen, beweist folgende Tabelle:

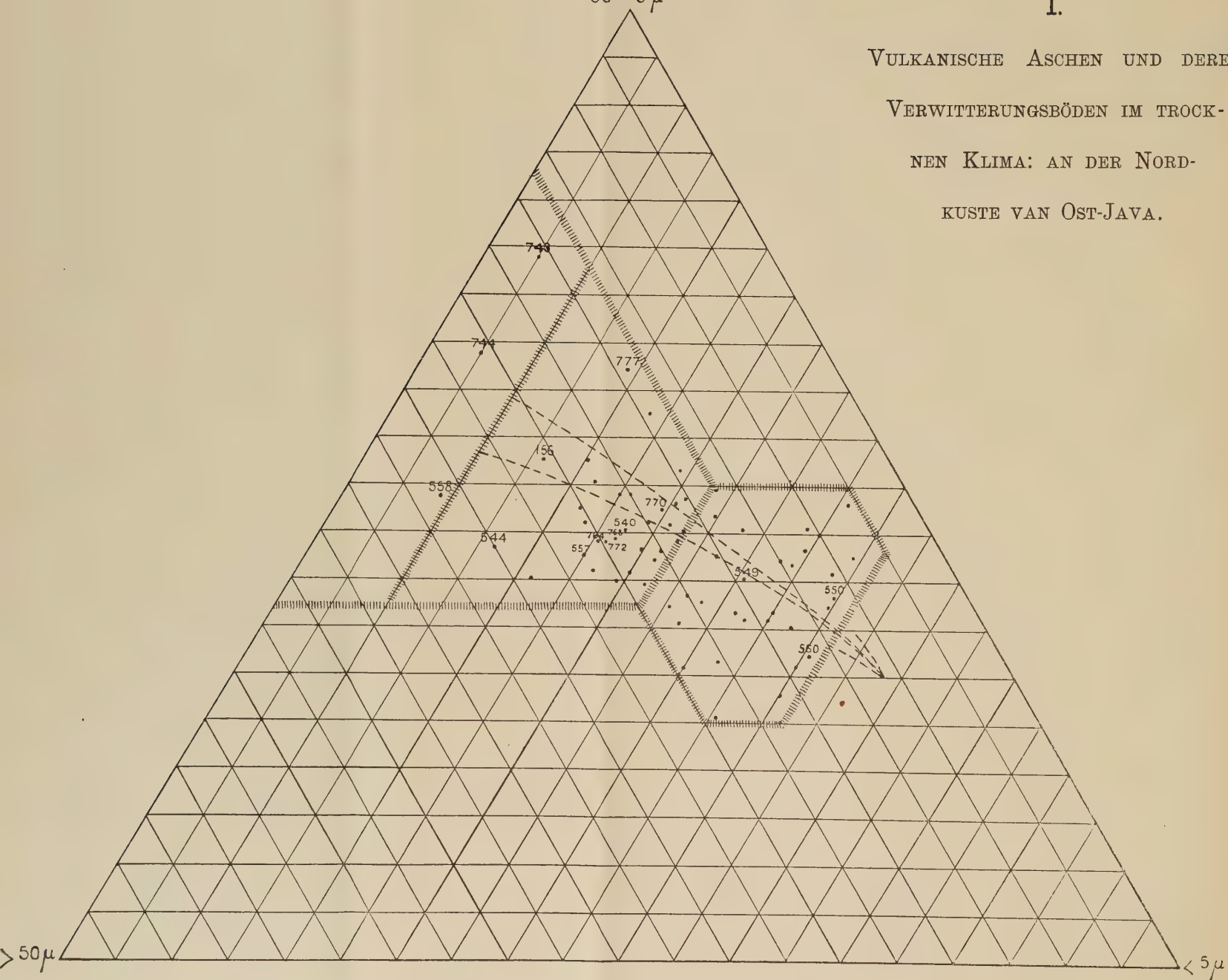
| Fortlauf Nr | % Schwebeschlamm | % Glühverlust | % Humus | % gebundenes Wasser | % Hygroskopizität |
|----------------|---------------------|------------------|------------|---------------------------|----------------------|
| 540 | 5 | 10.3 | 1.6 | 8.7 | — |
| 768 | 3 $\frac{1}{2}$ | 12.2 | 2.9 | 9.3 | 11.7 |
| 764 | 3 | 14.2 | 2.5 | 11.7 | 15.4 |
| 770 | 3 | 15.5 | 2.5 | 13.0 | 14.6 |
| 772 | 3 | 17.9 | 4.1 | 13.8 | 13.1 |

Alle diese Böden haben genau dieselbe Kurvenform. Da lässt uns also die mechanische Analyse im Stich. Daraufhin war es angezeigt, zu versuchen ob die Bestimmung der Hygroskopizität nach Mitscherlich vielleicht besser anschliesse. Es ergaben die 4 letzten Böden aber die Zahlen der letzten Spalte; wie man sieht, Unterschiede sind vorhanden, aber—ebenfalls ohne deutlichen Zusammenhang mit dem Verwitterungsgrade.

50 - 5 μ

I.

VULKANISCHE ASCHEN UND DEREN
VERWITTERUNGSBÖDEN IM TROCK-
NEN KLIMA: AN DER NORD-
KUSTE VAN OST-JAVA.



§ 12. Fassen wir nun die ganze Familie der frischen Aschen, und deren Verwitterungsböden in dem trocknen Klima von Asambagus—an der Nord-Küste von Ost-Java—in einer Dreieckvorstellung zusammen, so sehen wir, dass sie darin nur ein bestimmtes Gebiet einnehmen. Es wurden — (Siehe Dreieck No. I) — bloß die oben besprochenen Böden mit ihren Nrn. eingezeichnet; die Ergebnisse weiterer Analysen, nur durch Punkte angegeben, führen jedoch zu einer Abgrenzung, wie dort schraffirt. Am meisten nach links findet man die frischesten Aschen; nach rechts unten hin jedoch die am meisten verwitterten Aschenböden. Zahlenmässig lässt sich dies folgenderweise ausdrücken:

| | | | |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|
| Frische Aschen | 17–60 % Sand; | 37–75 % Staub; | 0–10 % Lutum. |
| Leicht verwitterte „ | 17–50 % „ | 37–70 % „ | 10–33 % „ |
| Stärker „ „ | 5–30 % „ | 25–50 % „ | 33–52 % „ |

Es deutet der Pfeil die Richtung an, in welcher die Böden wandern, wenn sie zu feinerem Material verwittern; dies wird also hauptsächlich während der kurzen Regenzeit der Fall sein. In der folgenden Trockenzeit tritt dann wieder Vertuffung ein, also gewissermassen eine Rückwanderung, dem Pfeil entlang. Immerhin ist das Resultat, dass in der dortigen Gegend, also in dieser Bodenfamilie, die Linie: Ton = 50% kaum je überschritten wird.

§ 13. Wenn die Verwitterung vulkanischer Asche in *einem abwechselnd trocknen und feuchten Klima* vor sich geht,— in welchem die Trockenzeit ebenso trocken ist wie in dem vorhergehend behandelten Klima, die Regenzeit dagegen weit mehr Regen bringt, und damit eine üppigere Vegetation aufkommen lässt, sei es denn auch jedesmal nur für einige Monate,— so bildet sich eine *schwarze Erde*, wie man sie z.B. sehr schön antrifft auf dem N.O. Abhange des Merapi, und wie ich sie auch von den Inseln Lombok und Flores erhielt. Die Kurve der Merapi-asche (No. 156) sieht derjenigen von No. 558, Raunasche, täuschend ähnlich (siehe § 7). In dem Dreieck No. I fällt No. 156 ebenfalls mitten in die Raunaschen.

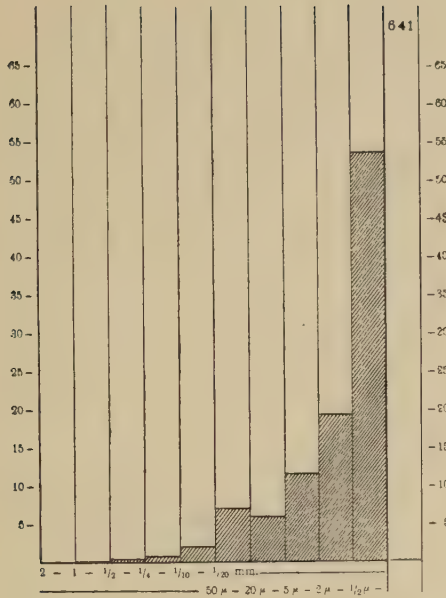
Merkwürdig ist nun der hohe Glühverlust dieser schwarzen Asche, näml. nahezu 20%. Davon sind aber gleich 11.7% Humus, also bleiben für das festgebundene Wasser bloß 8.3%.

§ 14. Fällt die Asche endlich nieder in einer Gegend mit *einem das ganze Jahr hindurch feuchten Klima*, so bildet sich daraus, je nach der Temperatur des Ortes,—hier in den Tropen also je nach der Höhe,—ein rotes, ein gelbes oder ein weisses Produkt, welches *roter Laterit*, *gelber Laterit* (= *Flavit*), oder *Pallescit* zu nennen ist. Allei drei diese Formen entstehen bei der überwässerigen (=superhydrischen *) Verwitterung; bei der unterwässerigen (=subhydrischen) Verwitterung entstehen andere Produkte, später zu behandeln.

Leider kan ich keine schönen Reihen bieten, von der unverwitterten Asche einerseits, bis zum roten Laterit, gelben Flavit und weissen Pallescit anderseits. Abgesehen davon, dass ich noch ungenügend gereist und gesammelt habe, um alle Lücken so viel wie möglich auszufüllen, bestehen aber noch zwei Gründe für die Unvollständigkeit der betreffenden Musterreihen dahier. Erstens haben in dem feuchteren Teile von Java, dem westlichen, die Vulkane in sehr langer Zeit keine Asche ausgeworfen; erst im Jahre 1910 hat der Tangkuban Prauh wieder damit angefangen. Was man also findet, besteht hauptsächlich aus den Endgliedern der Reihen; und damit komme ich zum zweiten Punkt. Diese Endglieder sind nun gleich derartig verwittert, dass man nicht mehr sehen und sagen kann, ob sie aus feinsten Efflaten, also aus Asche, oder aus gröberen-, also aus Grand und Steinen, gebildet sind. Und nicht allein, dass diese Unterschiede fortgefallen sind; auch, ob die ursprüngliche Ablagerung ein Luftsediment, oder ein Wassersediment gewesen, lässt sich an den weit verwitterten Produkten öfters nicht mehr nachweisen. Sodann muss man sich begnügen mit der Betrachtung der vielfach vollständig ausverwitterten Endglieder für sich, ohne genauere Aussage über das Ausgangsmaterial, als dass es wahrscheinlich aus Efflaten dieses oder jenes Vulkans bestanden hat.

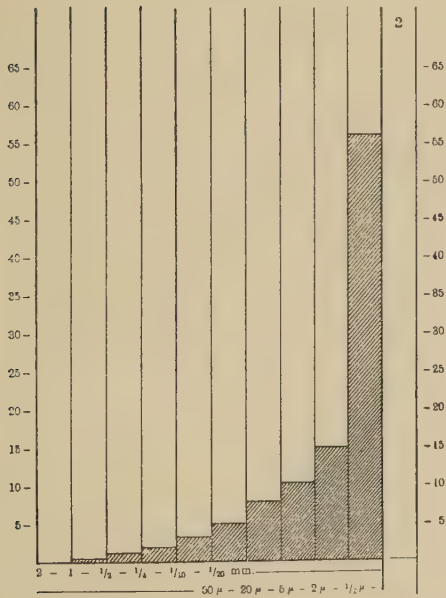
Ein roter Lateritboden z. B. wie No. 641 — (siehe die Fig. auf S. 13) — lässt nicht mehr erkennen, ob er aus einem regelrechten Luftsediment, oder aus von Wasser transportirter Asche entstanden ist. Wohl darf man ihn in seiner jetzigen Form einen Residuärboden nennen, weil sonst die wenigen Prozente Sand in

*) Wiewohl „superhydrisch“ vielleicht die geläufigste Form für den angegebenen Begriff ist, sind „hyperhydrisch“ und „superaquatisch“ etymologisch gewiss bessere Wortformen. Dasselbe gilt für „hypohydrisch“ und „subaquatisch“, dem benutzten Worte „subhydrisch“ gegenüber.



No. 641.

Roter Lateritboden (Unterkrume).
Tjampea bei Buitenzorg.



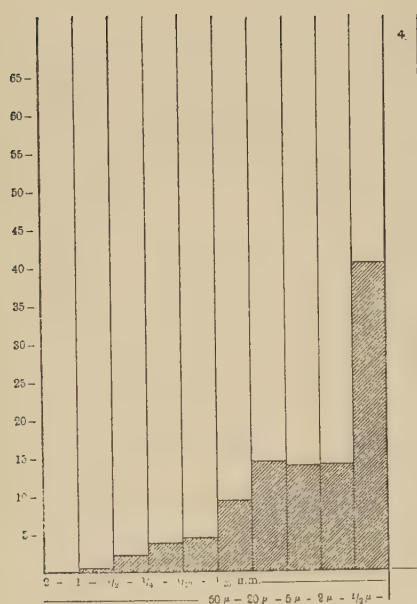
No. 2.

Lateritbodenbildung.—Verschiedene Stadien.—
Tjilame, Preanger.—Java.

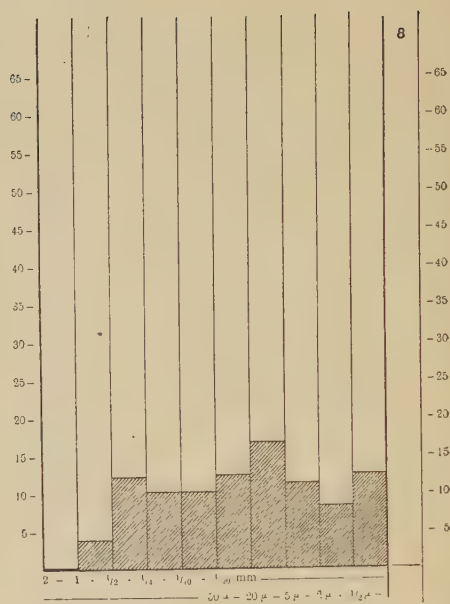
dem grösstenteils feinen Material, oder besser gesagt, kolloidalen Material, nicht zu erklären wären; diese wenigen Körner Augit und Titaneisen haben dann eben bis jetzt die Verwitterung überstanden.

§ 15. Da ich über kurz ausführlicher über Lateritbildung berichten werde, werde ich mich an dieser Stelle ausschliesslich auf die Resultate der mechanischen Analyse beschränken.

Sehr demonstrativ in dieser Hinsicht ist eine Reihe von Bodenproben (9), welche ich in einem frischen Einschnitt für eine neue Eisenbahn genommen habe. — Nr. 1 lag 2 M. unter der Erdoberfläche, jede weitere Nr. 2 M. tiefer. Oben war der Boden dunkel braunrot; nach der Tiefe hin wurde er immer heller, und war bei No. 8 und 9 schon ganz hell bräunlich-gelb. Um einen guten Ueberblick zu bekommen, greife ich aus der Reihe die Nrn. 2 (4 M.), — 4 (8 M.) und 8 (16 M.) heraus:



No. 4.



No. 8.

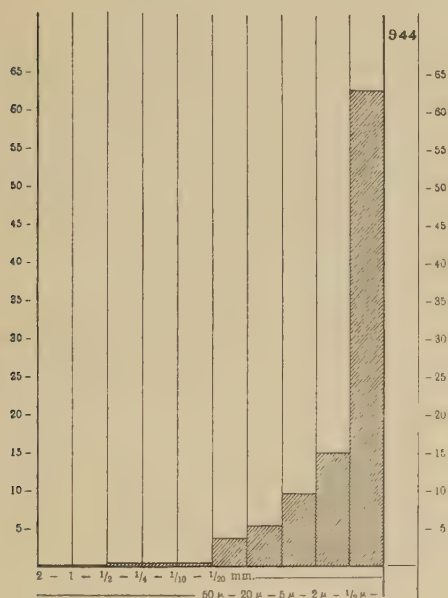
Lateritbodenbildung.—Verschiedene Stadien.—Tjilame, Preanger.—Java.

Da die Verwitterung von oben herab nach unten hin fortschreitet, so sieht man, wie die groben Körner von No. 8 nach oben hin allmählich zerfallen, und endlich, bei No. 2, in eine zum grossen Teil kolloïdale Masse übergegangen sind. Und doch hat man hier keine Verwitterung im gewöhnlichen Sinne vor sich: höchstens könnte man von einer physischen Verwitterung reden; denn auch No. 8 und 9 enthalten keine unverwitterten, aus dem ursprünglichen Gestein stammenden Mineralien mehr; alle sind zersetzt; es zeigen No. 8 und 2 nämlich nur sehr geringe chemische und mineralogische Unterschiede.

§ 16. Setzt man die aus einem roten Lateritboden wie etwa No. 2 oder No. 4 erhaltenen Schlämmfraktionen nebeneinander, so fällt sofort der Farbenunterschied auf. Die linken sind mehr grau; sie enthalten Pflanzenreste (meist um $\frac{1}{4}$ m. m.); ferner das blauschwarze Titaneisen und Magneteisen, und dann Pyroxen- und Amphibolkörner. Bei etwa 50μ hören diese Mineralkörner meist auf, und nun folgen die weisslichen bis manchmal rein weissen Fraktionen; sie enthalten hauptsächlich die weissen Schuppen ($5-10 \mu$) welche man im Dünnschliff an Stelle der Feldspath-

kristalle findet; dass dieses Verwitterungsprodukt Hydrargillit ist, lässt sich aber wohl nicht aufrecht erhalten. ¹⁾ — Die beiden letzten Fraktionen enthalten nun grössere Mengen Eisenoxyd und die Kolloide des Lateritbodens; sie sind meist rot und braunrot gefärbt.

Ist der Boden humushaltig (Oberkrume), so findet man, ausser den oben erwähnten Pflanzenresten, meist nur noch organische Substanz, — und zwar die kolloidale, — in der letzten Fraktion, welche dadurch dann mit einer viel dunkleren Färbung gegen die vorletzte Fraktion, den feinsten Staub, absticht.



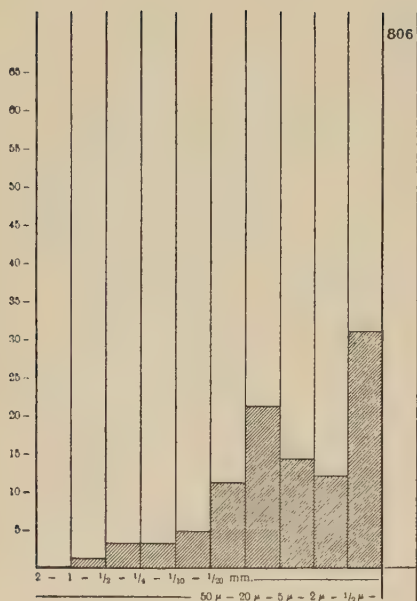
No. 944.
Gelber Laterit.
Singkarak — Sumatra.

§ 17. Hat man einen gelben Laterit, wie z. B. nebenstehende Nr. 944, so sind die Farbenunterschiede meist nicht so scharf markiert. Das Eisenhydroxyd hat sich offenbar auf alle

Teilchen mehr oder weniger niedergeschlagen, und daher allen Fraktionen etwas von seiner gelben Farbe mitgeteilt. Mehr als Beispiel denn als Norm gebe ich nun unterstehende Tabelle:

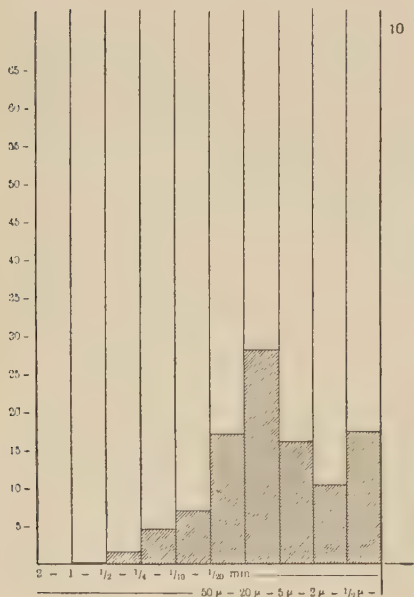
| Farbe der Fraktionen: | | bei rotem Laterit | bei gelbem Laterit |
|-----------------------|---------|---------------------|--------------------|
| Sand | > 50 μ | Grau | Graugelb |
| Grober Staubsand | 50-20 μ | Weissgrau | Ockergelb |
| Feiner " | 20-5 μ | Fast weiss | Weissgelb |
| Grober Staub | 5-2 μ | Weiss, eben rötlich | Chamois |
| Feiner " | 2-1/2 μ | Rot | Dunkler, bräunlich |
| Schwebelutum | < 1/2 μ | Dunkel braunrot | Braun |

¹⁾ Darüber mehr in der angekündigten Laterit-Arbeit.



No. 806.

Bimsteinasche, mit ursprünglich viel Plagioklas. — Vom G. Salak bei Buitenzorg.
Gelb laterisirt.

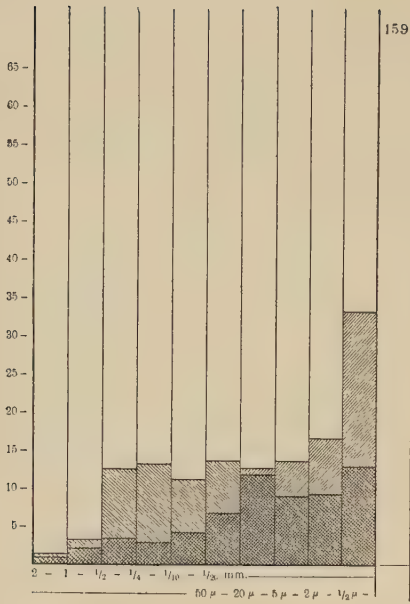


No. 10.

Laterit, mit hohem Gehalt an weissen Schuppen. Hellrosa. Vom G. Burangrang Preanger.

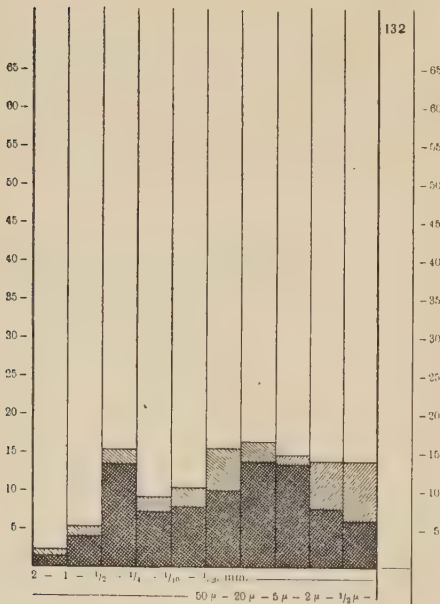
§ 18. Manche Laterite, — meiner Ansicht nach solche, welche aus Andesiten mit viel kalkreichem Feldspath entstanden, — zeigen einen grossen Gehalt an den oben schon genannten, weissen Schüppchen. Es fallen diese Schüppchen bei der mechanischen Analyse besonders in den Fraktionen zwischen 2 und 50 μ aus, und eine grössere vorhandene Menge macht sich daher an der Kurve bemerklich. No. 806 zeigt schon eine ziemlich bedeutende Menge dieses Minerals; No. 10, ein sehr blasser roter Laterit, (von der Farbe gewöhnlichen rosa Löschpapiers), aber noch mehr.

§ 19. Endlich möge hier ein Beispiel, (No. 185, siehe S. 17) folgen, woraus die günstige physische Struktur der meisten Lateritböden zu ersehen ist. Die Schraffirung von rechts oben nach links unter giebt — wie überall in dieser Schrift — das Resultat der Analyse, nachdem der Boden stark mit ammoniakhaltigem Wasser geschüttelt worden war; dagegen ist die Schraffirung senkrecht zu der vorigen das Ergebnis der Analyse, bei welcher die Krümelstruktur so wenig wie nur möglich zerstört, der Boden also nur etwa $\frac{1}{4}$ Stunde sanft und ohne Ammoniak geschüttelt wurde. Wie man sieht besteht der Boden, wenn



No. 159.

Roter Lateritboden aus tertiären Konglomerat.—Pudah Pajung Semarang—Java.



No. 132.

Lateritisch verfallenes Konglomerat in trockenem Klima. Situbondo—O. Java.

dunkelbraunrot, steinig, grandig, aus dem nämlichen tertiären Gestein wie der vorige hervorgegangen. Er liegt aber jetzt in der trockensten Gegend von O. Java, auf einem kleinen Rücken, südlich von Situbondo.

Es kommt mir vor, dass im jetzigen Klima der genannten Gegend sich überhaupt kein Laterit bilden kann. Folglich muss die anfängliche Lateritisierung schon früher stattgefunden haben. Nimmt man an, dass diese Zeit die letzte der Tertiärzeit war, in welcher also die das jetzige trockne Klima verursachenden hohen Vulkane: Tengger, Hijang und Idjen noch nicht, oder kaum, vorhanden waren, so konnte dazumal in einem viel feuchteren Klima die Lateritbildung, glatt von statten gehen. Jetzt aber, in einem Klima, wo die frischen Efflaten kaum verwittern, höchstensbraun anlaufen und mehr oder weniger zu Tuffen verkleben, jetzt ist bei No. 132 die anfängliche Lateritisierung eingestellt, und durch eine leichte kieselige Verklebung ersetzt. Die auf-

schlammbaren Teile, die Bodenkolloide, sind dadurch prozentisch stark zurückgegangen, und so entstand der in den heutigen Umständen armselige Boden, auf welchem die versuchsweise ausgesetzten Maispflanzen eine Höhe von nur 1 — 3 d.M. erreichten!

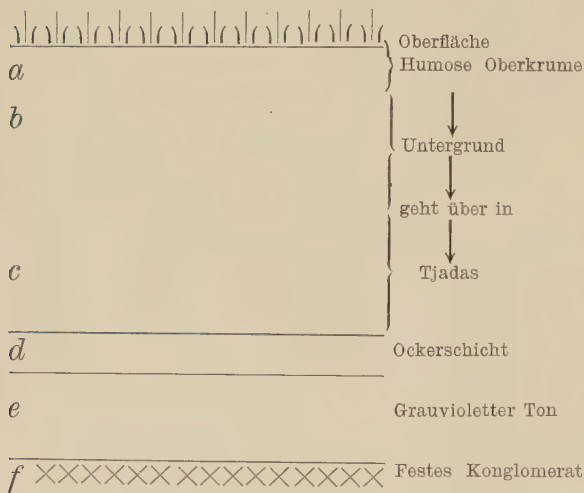
§ 21. Wie verhalten sich nun die bisher besprochenen lateritisch verwitterten Residualböden aus basischem Gestein in der Dreiecksvorstellung?—Darüber giebt Dreieck II einigen Aufschluss. Der Deutlichkeit wegen sind noch einige den besprochenen verwandte Böden mit aufgenommen worden.

Wenn sie, wie der Fall bei diesen Beispielen, quarzfrei sind, so haben sie alle die Tendenz, sich nach dem rechten Endpunkt (100 % kleiner als 5μ) hin zu bewegen. Manche ältere Laterite haben diesen Endpunkt schon beinahe erreicht, und sind dabei wohl einer der eingezeichneten Kurven entlang gelaufen. Diese Kurven kommen aus der Nähe des Sandpunktes, wenn das ursprüngliche Material sehr grobsandig, jedoch mehr von linksoben, wenn es mehr staubig, z. B. Asche, war.

Es lässt sich aber noch mehr daraus ablesen. Betrachten wir die Reihe No. 2 bis 9, — (No. 1 möge ausfallen wegen der organischen Substanz, Pflanzenfasern, u. s. w.), so erweisen sich No. 2-3-4-5 und 8-9 in einer Kurve zu liegen; dagegen sind No. 6-7 mit keiner Möglichkeit da hinein zu ziehen. Man muss dann wohl schliessen, dass No. 6 und 7 anderer Herkunft sind, und kommt so dazu in dieser Probenreihe einen Fall zu sehen von der in § 8 beschriebenen Erscheinung, dass ein Vulkan während einer einzigen Eruption hintereinander verschiedenartige Produkte auswirft oder -bläst. Will man nun noch mit in Rechnung ziehen, dass No. 5 etwas mehr verwittert ist, als No. 4, dann ergibt sich folgendes Bild: Erst hat der Vulkan aus dem Hauptherd No. 9 und 8 ausgeworfen; dann aus dem Nebenherd No. 7 und 6; dann muss eine Pause eingetreten sein, denn No. 6 ist viel weiter verwittert als No. 7.— Darauf folgte No. 5 aus dem Hauptherd; wieder eine kleine Pause, in welcher die obere Schicht etwas verwittern konnte; dann kam die grössere Schlusseruption aus dem Hauptherd, welche 4—5 M. Asche obenauf legte; die Nrn. 4—1. Seitdem ist eine lange Zeit vergangen, in welcher die Verwitterung ruhig von oben nach unten fortschreiten konnte.

Ueber den mineralogischen Bestand des Ausgangsmaterials lässt sich nun noch sagen, dass je weiter die Laterite im Dreieck nach rechts oben liegen, z. B. No. 10 und 806, um so mehr „weisse Schüppchen“ sie enthalten, desto reicher war das Ausgangsgestein an kalkreichem Plagioklas; viel amorphes Glas dagegen giebt Anlass zu relativ wenig Schüppchen und mehr Schwebelutum; z. B. No. 155.

§ 22. Das vorliegende Kapitel über Residualböden aus basischen Gesteinen darf ich nicht abschliessen ohne einmal etwas weiter in die Tiefe gegangen zu sein; speciell in dem braungelben, von mir (Siehe § 14) Flavit genannten Boden. Es sind die tieferen Schichten hier in der Nähe von Buitenzorg leicht zugänglich von einer innerhalb kurzer Zeit tief eingeschnittenen Bewässerungsleitung aus, und es zeigt sich dabei überall eine Schichtfolge, wie



nebenstehend angegeben. Die Diagramme von *b* und *c* stimmen in der Hauptsache mit denjenigen von § 12 überein; *b* zeigt, ebenso wie dort No. 2, einen Gehalt an Schwebelutum von über 60 %; *c* verhält sich in der Form der Kurve als eine Mittelstufe zwischen No. 4 und No. 8 aus § 12.

Scharf gegen die fleischfarbene Schicht *c* und nach unten gegen die grauviolette bis weisse Schicht *e* sticht die rein ocker-gelbe Schicht *d* ab. Sie ist wohl erdig, aber doch ziemlich fest; hie und da kommt eine aderförmige Konkretion von Brauneisenerz darin vor. Die mechanische Analyse zeigt ein sehr untergeordnetes Vorkommen der weissen Schüppchen zwischen 5 und 50 μ , welche in *c* etwa 30 bis 40% ausmachen.

Die schliesslich folgende Schicht *e* ist nun, wiewohl in der Farbe so ganz etwas anderes, in der Form der Kurve wieder der Schicht *b* auffallend ähnlich. Auch hier etwa 60% Schwebelutum, und etwa 30% Staub zwischen $\frac{1}{2}$ und 20 μ . Und doch ist der

Unterschied physisch ausserordentlich gross: *b* ist ein lockerer, für Wasser und Luft sehr durchlässiger Boden, welcher eintrocknend leicht von selbst verkrümelt, und daher kein Ton, sondern Lehm genannt wird,—*e* dagegen ist schwerer, undurchlässiger Ton, beim Eintrocknen grosse steinharte Klumpen bildend.

§ 23. Ein schönes Beispiel, um zu zeigen, dass die Bezeichnungen „Ton“ oder „tonhaltige Teile“,— sogar wenn man die Trennung in Fraktionen so weit fortsetzt, wie die hiesige Methode der mechanischen Analyse verlangt,—ungenügend sind in sofern als sie einen glauben machen, man habe ein wenigstens in praktischem, landwirtschaftlichem Sinne immer gleichartiges Produkt vor sich. Wie man hier sieht, ist das ein Irrtum; darum habe ich ja auch vorgeschlagen *) die letzte Fraktion anstatt „Schwebeton“ lieber „Schwebeschlamm“, oder vielleicht noch besser „Schwebelutum“, zu nennen. Man kann dann das Wort „Ton“ noch entweder chemisch,—für die kolloïdale Substanz, welche meist nahezu der Formel: $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2 \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ entspricht,—oder landwirtschaftlich—für einen schweren Boden, frei von grobem Sand, und schwer zu bearbeiten—benutzen. Entschliesst man sich für den letzteren Begriff, und gebraucht man für den genannten chemischen Begriff das Wort „Tonsubstanz“, so lässt sich alles redlich sagen.

Es ist dann die Schicht *e* allerdings Ton, weil sie nahezu vollständig aus Tonsubstanz besteht, und keine anderen Bestandteile enthält, welche deren Eigenschaften aufheben oder verdecken.

Die Schicht *b* dagegen ist anders. Auch diese enthält mehr als die Hälfte Tonsubstanz; daneben aber—in dem Schwebelutum—etwa 10% kolloïdales Eisenoxyd **), wodurch nicht allein die Farbe, sondern auch die Kohärenz der Teilchen dermassen abgeändert wird, dass der landwirtschaftliche Begriff Ton eigentlich verloren geht. Des Pflanzers hiezulande redet denn auch niemals von Rotton, sondern immer von Rotlehm.

Auch Ramann erwähnt in seiner Bodenkunde (3^e Aufl.- S. 246): „Eisenoxyde sind kolloide Körper, die zu staubigen, nicht bindenden Pulvern zusammentrocknen“. Unbegreiflicher Weise lautet der folgende Satz aber: „Es ist daher auffällig, dass die Bindigkeit der Böden mit höherem Gehalt an Eisenoxyd zu steigen pflegt.“

*) Bull. Dept. Landw.—Buitenzorg.—No. XLI S. 28.

**) Ueber die Form des Eisenoxyds demnächst mehr.

Dieser Ausspruch scheint hauptsächlich auf Kopecky's Angaben begründet zu sein; leider sind mir diese Angaben jetzt nicht zugänglich, aber ich glaube, auch so annehmen zu dürfen, dass hier ein Missverständnis vorliegt, weil die hiesigen Erfahrungen so vollständig im Einklang sind mit dem erstzitierten Satz von Ramann.

Gesunder, milder Humus, so wie man ihn auch hier in den Tropen auf- und in gut entwässertem, feuchtem Waldboden, immerhin auf einiger Meereshöhe, antrifft, verleichtert*) den Boden allerdings noch mehr als Eisenoxyd.

Kurz gefasst lässt sich daher folgendes aufstellen:

Schwer in landwirtschaftlicher Hinsicht wird ein Boden durch einen gewissen Gehalt an Tonsubstanz. Die zähe Klebrigkeit in feuchtem-, die zähe Härte in trockenem Zustande wird aber durch die gleichzeitige Anwesenheit von kolloidalem Eisenoxyd, oder Humus, oder diesen beiden, verdeckt oder am Ende ganz aufgehoben.—So ist es möglich, dass Böden mit nur etwa 10% Tonsubstanz, aber ohne freies Eisenoxyd, und ohne milden Humus, zu den für den Landmann allerschwersten Tonen gerechnet werden;—dass dagegen Böden mit etwa 70% Tonsubstanz, welche, nach europäischer Art geschlämmt 80%—90% „toniger Bestandteile“ enthalten und Hygroskopizitäten von 20% und mehr aufweisen, von der Praxis mittelschwere, gut durchlüftete, also gut zu bearbeitende Böden genannt werden, und dies auch inderthat sind.

Der hier erwähnte Einfluss des Humus ist in Europa längst bekannt, weil man ihn dort zur Stelle beobachten konnte. Dass man den Einfluss des Eisenoxyds nicht in seinem vollen Werte beachtet hat, findet seinen guten Grund in der Tatsache, dass die wenigen Roterden welche Europa kennt, fast alle in Gegenden mit etwas rückständiger Kultur liegen, jedenfalls fern von den Zentren wissenschaftlicher Beobachtung und Tätigkeit. Hier in Java, wo sich die Gegensätze in Betreff des Eisenoxydgehaltes so scharf gegen einander abheben, musste der erwähnte Einfluss wohl eher ins Auge springen.

§ 24. Einen so hohen Gehalt an Schwebeschlamm, wie die

*) Mit Absicht schreibe ich „verleichtert“ und nicht „erleichtert“; erstens bedeutet erleichtern schon etwas anderes; zweitens wird der Boden aber nicht allein leichter, sondern auch verwandelt in etwas anderes, verändert.

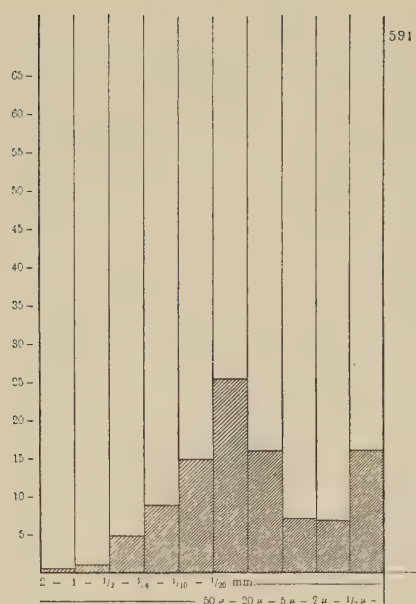
oben in § 22 erwähnte Schicht *e* zeigt, habe ich bisher in keinem einzigen subhydrisch gelegenen oder gebildeten Boden angetroffen. Ich halte es darum für möglich, dass in der Schicht *e* eine örtliche Tonabscheidung, eine Konkretion, stattgefunden hat.

Es scheint aber, dass bei der subhydrischen Verwitterung mit der Fortführung des Eisens—(ob hierbei notwendig, wie immer angenommen wird, Reduktion zu Eisenoxydul einhergehen muss, ist immer noch problematisch, und wie ich glaube, sogar falsch)—auch eine Ausschlammung kolloidalen Tones stattfindet; ich habe näml. bei derartigen Böden selten über 10 %, nie über 25 % Schwebeschlamm angetroffen, während superhydrisch gebildete braune und rote Böden selten unter 40 % Schwebeschlamm aufweisen. Der Unterschied ist unmöglich auf kolloidales Eisenoxyd zurückzuführen, weil dies gewöhnlich dazu nicht langt. Man kann demnach die Zusammensetzung eines subhydrischen Bodens aus derjenigen eines superhydrischen nicht herleiten, durch einfache Ausschaltung des Eisenoxyds; man wird auch Ton fortnehmen müssen; oder annehmen, dass dieser, nach Entfernung des Eisenoxyds, zu Kaolinituschüppchen von 2—20 μ kristallisiert.

§ 25. Für manche Gegenden eigenartiger und mehr der Wirklichkeit entsprechend ist glaube ich, folgende Betrachtung. Bei der subhydrischen Verwitterung werden die dunklen Mineralien (Erz, Pyroxene, Amphibole, Glimmer) im Vergleich zu den Feldspathen viel schneller zersetzt als bei der superhydrischen Verwitterung. Man findet daher in subhydrisch gebildeten Böden manchmal noch viel Plagioklas, auch wenn Augit und Erz schon verschwunden sind; und umgekehrt in braunen bis roten Böden besteht der Sand öfters aus Augit und Titaneisen ohne eine Spur von Feldspath. So giebt also der Sand eines Bodens manchmal Aufschluss über seine Verwitterungsgeschichte.

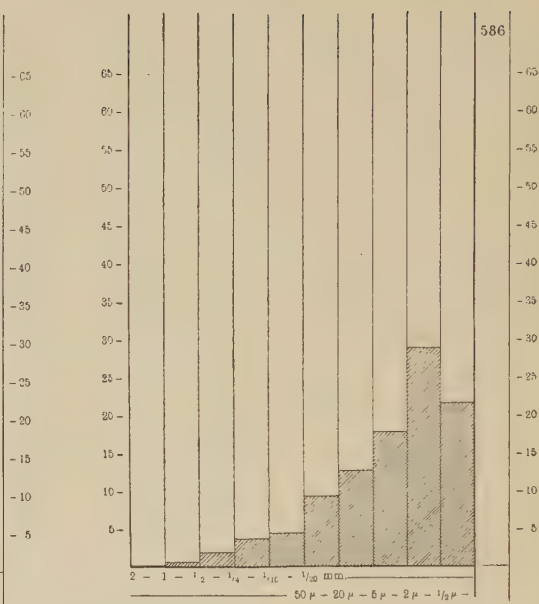
§ 26. Ein Paar Beispiele aus Madiun (Mittel-Java) mögen dies erläutern. Unterstehende Böden gelten an Ort und Stelle als schwere Tonböden, kaum zu bearbeiten, unfruchtbar. Beim Trocknen bekommen sie fürchterliche Risse, aber nur wenige. Und neben allen diesen Anzeichen schweren Tonesenthalten sie nur etwa 15 und 20 % Schwebeschlamm. ¹⁾

¹⁾ Allerdings würden nach deutscher Scala (also unter 10 μ) etwa 35 und 70 % „toniger Bestandteile“ vorkommen, aber da wir nun einmal wissen, dass darin sicher nicht-toniger Staub von 10 bis 1/2 μ mit eingeschlossen ist, so halte ich mich an den „Schwebeschlamm“.



No. 591.

Schwerer, grauschwarzer Tonboden.
Geneng—Madiun—Mittel-Java.



No. 586.

Schwerer, grauschwarzer Tonboden.
Djiwon—Madiun—Mittel-Java.

Was zeigt nun die mineralogische Untersuchung des Sandes? — Dass dieser, sowie auch noch die Staubsandfraktionen, fast ausschliesslich aus Plagioklas besteht, und dass daneben Hypersthen, Augit, grüne und rote Hornblende nur sehr untergeordnet vorhanden sind. Auch Apatitnadeln liessen sich frei nachweisen, und etwas vulkanisches Glas. Demnach möchte ich schliessen, dass diese Böden subhydrisch gebildet wurden, was sich sehr gut reimt mit der Hypothese, dass die Ebene von Madiun noch nicht einmal so lange her, (jedenfalls später als Tertiär), ein See gewesen, welcher durch den Solofluss, indem dieser sich ein Bett durch den nördlich gelegenen Mergelrücken eingrub, allmählich trocken gelegt wurde. Die Annahme, dass der Boden dann aus in den See gefallener feiner Asche ¹⁾ der nahegelegenen Vulkane gebildet sei, ist nun sehr einfach; die dunklen Elemente sind eben verschwunden, Eisenoxyd gleichfalls, und aus dem Feldspath entstand, und entsteht noch immer, allerdings in viel längerem Zeitraume, Tonsubstanz; die organische Substanz ist nicht humifiziert, sondern vermodert: daher die blauschwarze Farbe dieser Böden.

¹⁾ Man vergleiche die Kurve No. 591 nur mit No. 558, — 744, — u.s.w.

Böden wie diese sind ausserordentlich dankbar für gute Bewässerung, d.h. eine eigentümliche Bewässerung. Hauptsache ist nicht, dass das Wasser nährstoffreich ist; ebensowenig, dass der Schlamm, den es mit bringt, reich ist. Aber reich an Sauerstoff soll das Wasser sein, und reich an rotem Schlamm, damit der bewässerte Boden in der nachfolgenden Trockenzeit gut verwittere, und infolge der Durchmischung mit roter oder gelber eisenschüssiger Erde, leichter zerbröckele und der Luft zugänglich werde. Unfruchtbar sind diese Böden einstweilen wohl noch, aber darum noch nicht arm für immer.

§ 27. Komme ich nun auf den obengenannten Boden *e* zurück, und ziehe ich in Betracht: 1°) dass er so gut wie feldspathfrei ist, 2°) jetzt unter- oder an dem Grundwasserspiegel liegt, und 3°) keine dunklen Mineralien mehr enthält, obwohl er doch aus andesitischem Material hervorgegangen sein muss, so komme ich zum Schluss, dass er *nicht eine, sondern zwei Verwitterungsweisen durchgemacht* haben muss; näml. erst eine superhydrische, — wahrscheinlich zur Zeit dass die hangenden Schichten noch dünner waren, und das Liegende noch nicht so weit verkie-selt, dass es wasserundurchlässig war; — und dann später, als das liegende Konglomerat sich ausgebildet hatte, und damit das Grundwasser verhinderte in die Tiefe zu gehen, eine subhydrische, bei welcher das Eisen gelöst und an der oberen Grenze, in *d* abgesetzt wurde.

A. b. Böden aus sauren Eruptivgesteinen.

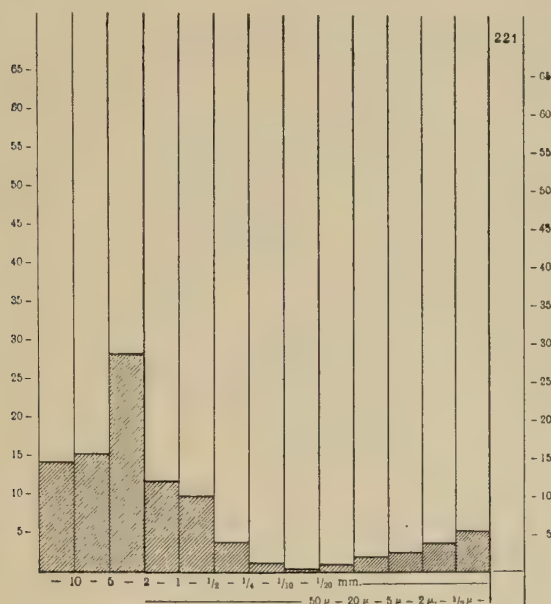
§ 28. Saure, kieselsäurereichere, massige Gesteine findet man auf Java nur als Seltenheit; um so mehr auf den andern grossen Inseln Sumatra, Borneo, Celebes, und ferner auf vielen kleineren. Wiewohl bisher nur erst wenige Bodenproben aus solchen fernen Gegenden dieses Laboratorium erreichten, darf ich die an diesen Proben gesammelten Erfahrungen aus einer Arbeit wie diese nicht fortlassen, muss aber davor warnen, dass spätere Erfahrungen hie und da vielleicht eingreifende Veränderungen mit sich bringen werden

Es unterscheiden sich die residualen Verwitterungsmassen der hier in Betracht zu nehmenden Gesteine von den im vorhergehenden besprochenen durchwegs durch einen grösseren oder kleineren Quarzgehalt; auch noch andere gegen Verwitterung höchst widerstandsfähige Mineralien wie Zirkon und Turmalin kommen, wiewohl in sehr untergeordneter Menge, vor.

Doch das ist nicht der einzige Unterschied der Böden aus solchen Gesteinen, — meist Granit oder Syenit, — gegen Böden aus basischen Gesteinen. Wie wir sahen, enthielten die letzteren fast nur leicht verwitterbare Mineralien: Hornblende, Hypersthen, Augit, und meist kalkreichen Plagioklas, welche alle wetteifern in Verwitterbarkeit. Wie ganz anders verhalten sich die Mineralien der älteren Gesteine! Abgesehen von den unverwitterbaren, wie Quarz u.s.w. ist der Orthoklas ein schon sehr beständiges Mineral. Auch der Plagioklas, meist alkalihaltig und überdies in dem Tiefengestein viel langsamer kristallisiert, hält länger Stand, sogar länger als der Orthoklas. Hypersthen und Augit kommen kaum je vor, und die Hornblende ist eine andere; wahrscheinlich — (einwandfreie Analysen liegen noch nicht vor) — reicher an Aluminium, ärmer an Eisen. Schwer verwitterbare Glimmerarten kommen auch mehr in unseren sauren-, als in den basischen Gesteinen vor.

Somit ist es begreiflich, dass die auf derartigem Gestein ruhende

Verwitterungsschicht allgemein viel sandiger ist, und das kommt auch in den mechanischen Analysen zum Ausdruck.



No. 221.

Roter Laterit aus Hornblendegranit.

Tandjung Pandan—Billiton.

merkliche Mengen Turmalin und auch Zinnerz. Weiter rechts findet man aber nur mässige Mengen Verwitterungsmineralien. Möglich hat sich während der Verwitterung mehr Ton gebildet, welcher dann nachher fortgespült oder durchgewaschen ist. Was jetzt noch vorhanden ist, ist hauptsächlich Tonsubstanz, zum Teil kristallisirt, und weiter ein Ueberschuss an Tonerde und Eisenoxyd. Darüber nähere, chemische Betrachtungen in der demnächst erscheinenden Lateritarbeit.

Hierneben z. B. sieht man einen lateritisch verwitterten Hornblendegranit von der Insel Billiton. Es war nötig, das Diagramm nach links zu erweitern, um auch den größeren Fraktionen den ihnen gebührenden Platz zu erteilen. Wie man sieht, bilden die durch etwas Eisen rötlich gefärbten Quarz- und Feldspathkristalle die Hauptmasse, bis zum Minimum bei etwa 75μ . Der feinere Sand ($100 - 20\mu$) enthält

Secundäre Böden aus primären Gesteinen.

Bis hierher habe ich ausschliesslich primäre Böden aus massigen Gesteinen besprochen; also Böden, welche an Ort und Stelle aus zuvor unverwittertem, oder nahezu unverwittertem Gesteinsmaterial hervorgegangen waren.

Bevor ich nun zur Behandlung der primären Böden aus klastischen Gesteinen übergehe, möchte ich erst die secundären Böden aus massigen Gesteinen durchnehmen, und zudem anfangen mit einer kleinen, mehr allgemein gehaltenen

BETRACHTUNG ÜBER DEN ZUSAMMENHANG DES SCHLÄMMDIAGRAMMS MIT DER ART UND WEISE DES ABSATZES EINES SEDIMENTS.

§ 29. Da in der Natur die Umstände, wodurch der Absatz von Sedimenten bedingt wird, äusserst verschieden sind, so ist es klar, dass mit diesen Umständen auch die Eigentümlichkeiten der Sedimente wechseln müssen, insbesondere die Korngrösse sehr verschieden sein muss. Bis soweit nichts neues. In allen geologischen Handbüchern und Lehrbüchern findet man z. B. Angaben über die Grösse von Geschieben als Funktion der Stromgeschwindigkeit des fliessenden Wassers, aus welchem sie abgesetzt wurden. Viel mehr findet man aber auch nicht. ¹⁾

Ich habe mir nun folgende Fragen gestellt: Es kommen in der Natur zahlreiche Sedimente vor, von welchen man auf Grund der Lage, Umgebung, n. s. w. sofort sagen kann, wie sie zum Absatz kamen, was für Sedimente sie sind. Wenn man nun diese Sedimente mechanisch analysirt, und ihre Diagramme aufstellt, bekommt man dann typische Kurven?— Lässt sich auch begründen, warum man gerade diese Kurven erhalten muss, und keine anderen?— Und kann man in Anschluss an diese Erfahrungen und Betrachtungen jetzt auch *zu Rückschlüssen kommen über der Karak-*

¹⁾ Es ist immerhin möglich, dass irgendwo dem hier folgenden ähnliches, oder sogar besseres, veröffentlicht wurde; das ist mir dann aber leider entgangen.

ter eines Sedimentes, aus der Form der Kurve des Schlämmdiagramms?

Man hat die mechanische Analyse ja eigentlich von der Natur abgesehen; in der Natur wird überall geschlämmt, wo Wasser strömt. Jetzt ist es aber die Frage, ob sich die Resultate der Schlämmanalyse auch umgekehrt auf die Natur übertragen lassen; einen bescheidenen Versuch, diese Frage zu bejahen, möge man in den nachfolgenden Seiten finden.

§ 30. Sofort müssen Sedimente, welche von oben nach unten hin zum Absatz kamen, welche also zuvor in einem Medium (Wasser oder Luft) schwebten, unterschieden werden von solchen, welche, bevor sie zur Ruhe kamen, einen mehr oder weniger langen horizontalen Weg zurücklegten, dabei aber immer am Boden blieben. Letztere nennt man, soweit sie von strömendem Wasser fortbewegt wurden und werden, Geschiebe. Für erstere fehlt ein allgemein gebräuchliches bezeichnendes deutsches Wort; denn Sedimente heisst man beide. In der holländischen Sprache ist es gerade umgekehrt. Es kommt mir vor, dass sich dies ganz auf die Landschaft zurückführen lässt, in dem Sinne, dass ein Volk kein Wort bildet für Naturerscheinungen, die ihm fremd oder ohne Interesse sind. So fehlt denn bisher ein holländisches Wort für Geschiebe: es spielen auch in der holländischen Landschaft die Geschiebe keine Rolle. Es lässt sich aber ohne jede etymologische Schwierigkeit ein holländische Wort „schuifsel“ für Geschiebe bilden. Das feinere Material aber kennt das holländische Volk wohl Erfahrungsgemäss, weil es aus dem Flusswasser „niedersinkt“, und die Felder befruchtet; deshalb giebt es dafür auch ein gutes Wort, n.l. „bezinksel“. Im deutschen spricht man dann von „Schlamm“, wiewohl dieses Wort sich mehr auf die Eigenschaften des Absatzes bezieht, als auf den Begriff der Bildungsweise. „Sinkstoffe“ wäre der geeignetste Ausdruck ¹⁾, wenn dieses Wort sich nicht schon so speciell auf Abwässer bezöge.

Wie die Benennung nun auch sei,—was ein Fluss 1°/ schwebend im Wasser transportirt, und was er 2°/ am Boden fortschiebt, ist verschieden; auch wenn die mittlere Körngrösse ungefähr gleich ist.

§ 31. Im *Schlamm* kommen alle möglichen Körngrössen vor,

¹⁾ Das Wort Sinkstoffe wird von Penck in dem hier gemeinten Sinne benutzt. In anderen geologischen Hand- und Lehrbüchern suchte ich es vergebens.

bis zu einer bestimmten oberen Grenze, welche korrespondirt mit der Maximum-Leistung der aufwirbelnden Bewegung des Wassers. Es steigt dieses aufwirbelnde Vermögen natürlich mit der Stromgeschwindigkeit, so dass man im grossen Ganzen sagen darf, dass mit der Stromgeschwindigkeit auch die totale Menge transportirten Schlammes pro M^3 steigt; aber wie ist es nun mit der Korngrösse des Schlammes?—Darüber finde ich in der Litteratur nur dürftige Angaben, und habe daher hierzulande einige Zahlen und Kurven bestimmt.

Von vorne herein lässt sich aber schon manches sagen über die zu erwartenden Resultate.

Die Maximum-Korngrösse wird weder durch die Maximum-Geschwindigkeit, noch durch die mittlere Stromgeschwindigkeit, sondern höchstens durch die an manchen Stellen des Flusses vorkommende Minimum-Geschwindigkeit bestimmt. Zwei Ursachen welche demnach die Maximum-Korngrösse herunter drücken, sind dann sofort zu beachten: 1°/ ein rauhes Flussbett; 2°/ ein mäanderreiches Flussbett.

Ein Flussbett mit vielen grossen Steinen giebt den Schwebestoffen reichlich Gelegenheit, um sich in allerlei ruhige Eckchen und Fleckchen abzusetzen. Darum, hat ein Fluss bei mässiger Geschwindigkeit einen beträchtlichen Weg über Steine zurückgelegt, so mag er noch manchmal sehr feinen Schlamm führen, aber sandfrei ist er gewiss. Allein, wenn ein solches Hochwasser eintritt, dass alle die grossen Steinblöcke am Boden ins Rollen geraten, dann kommt auch die ganze Grobschlammmasse wieder in Bewegung und Schwebung, und das Wasser wird manchmal dick bis zu Brei.

Ein mäanderreiches Flussbett bietet sogar bei Hochwasser noch immer Gelegenheit zu Sandabsatz in den geschützten Stellen; dagegen wird den Prallstellen um so mehr Material entrissen; bei solchen Flüssen ist also durch Hochwasser bloss eine quantitative Änderung des feinen Schlammes zu beobachten, während der gerade fliessende Bergstrom auch einen qualitativen Unterschied in der Schlammführung zwischen Hochwasser und Tiefwasser zeigt.

Wenn aber ein Fluss noch in dem Gebiete der grossen Rollblöcke schon mit zahlreichen Schleifen beginnt,—sowie dass hier auf Java vielfach der Fall ist,—so kann man nur selten, und eigentlich nur bei „bandjir“ (=Hochwasser, Wildwasser) etwas

Sand und noch gröbere Teile im Schlamm erwarten. Allein die echten Gebirgsbäche führen bei Hochwasser grössere Mengen Sand in Schwebung mit.

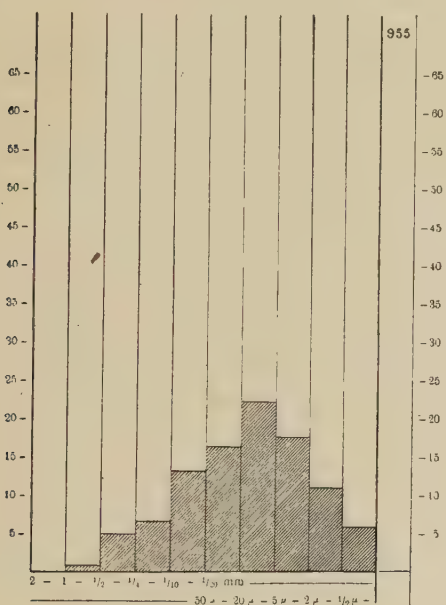
Einen allgemeinen Zusammenhang zwischen Korngrösse des Schlammes und totaler Schlammführung, oder zwischen der ersteren Grösse und irgend einer Stromgeschwindigkeit, giebt es also ebensowenig, wie einen Zusammenhang zwischen der Stromgeschwindigkeit und der totalen Menge der suspendierten Teile. ¹⁾

Dies mögen folgende Daten des näheren dartun.

§ 32. Zur Beantwortung wichtiger Bewässerungsfragen, die hier nicht näher erörtert zu werden brauchen, wurden in den letzten Jahren von verschiedenen Flüssen hiezulande, Bestimmungen des Gehaltes an Schwebestoffen gemacht, in langen geschlossenen Reihen. Der bei diesen Analysen erhaltene Trockenrückstand wurde gesammelt und verwahrt, und in 4 Gruppen auseinander gehalten, je nachdem der Schlammgehalt über 10000 m/L , — von 10000 bis 1000 m/L , — von 1000 bis 100 m/L , oder unter 100 m/L betrug.

Die betreffenden Flüsse kommen zum Teil (näml. der Pekatjangan und der Merawuh) aus Stromgebieten, welche fast ganz aus leicht zerfallendem tertiärem Gestein, (Tonschiefer, Lehmschiefer, und feinkörnigen Sandsteinen) bestehen, zum anderen Teil (der Tulis und der Serajuh) jedoch mehr aus vulkanischem Gebiet mit größerem Sand und Steinen.

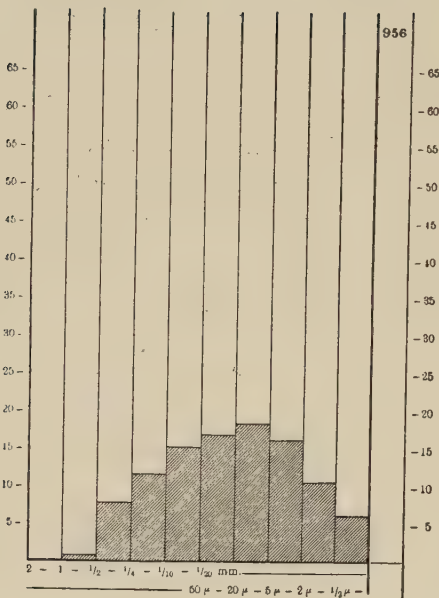
Betrachten wir zuerst den Tulis, einen ziemlich geradeaus fliessenden, echten Bergstrom mit grossen Rollblöcken, und bei niedrigem Wasserstand sehr seichtem Bett. Vor dem Eingang in eine seitliche Wasserleitung wurden die Wasser-



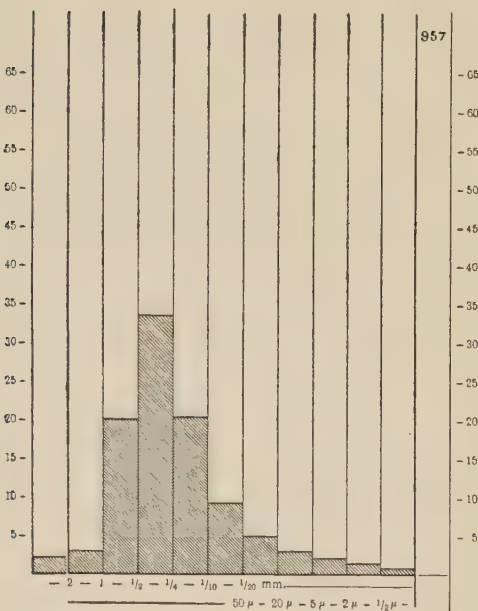
No. 955.

Schwebestoffe des Tulis bei $100-1000 \text{ m/L}$
Mittel-Java.

1). Vergl. Penck—Morph. d. Erdoberfl.—I—296.



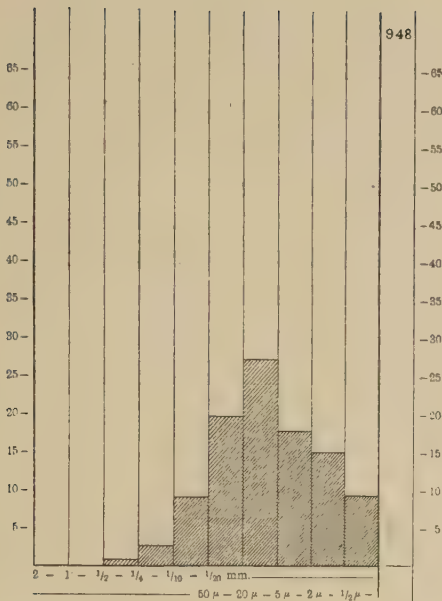
No. 956.
Schwebestoffe des Tulis bei 1000–10000 m/L.
Mittel—Java.



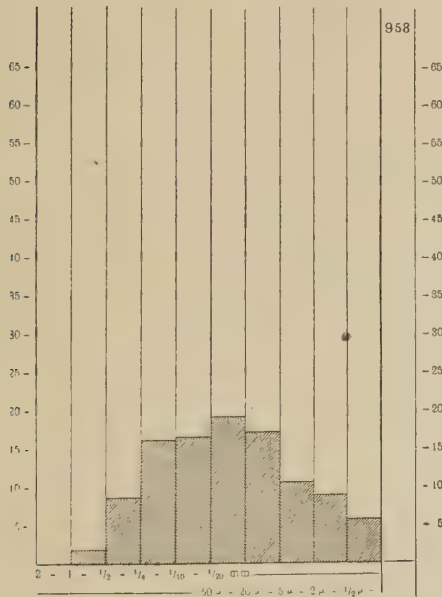
No. 957.
Schwebestoffe des Tulis
bei über 10000 m/L.

proben geschöpft, und nun wurden von 3 von den 4 erhaltenen Schlammarten (diejenige von unter 100 m/L war ungenügend zur Analyse), nebenstehende Kurven erhalten. Sie gelten also für Schwebestoffe, frei von Geschieben. Den Proben haftet natürlich der Fehler an, dass sie Gemische, und dass die Kurven daher auch eine Art Mittelkurven sind. Der Verwischung der Deutlichkeit des einzelnen Falles, steht dann aber wieder der Wert der grösseren Allgemeinheit gegenüber.

Die Schwebestoffe entstammen, wie gesagt, zum Teil dem vulkanischen Hochland, zum Teil dem tertiären Vorgebirge; bei niedrigem Wasserstand liefert das letztere den grössten Teil des Schlammes; bei Wildwasser geben beide dem Wasser viel Sand mit, so dass der Gehalt an Schwebestoffen bis über 40000 m/L, das sind mehr als 40 K^o pro M³, steigen kann. Bei einer Stromgeschwindigkeit von über 6–8 M. werden dann aber doch keine grösseren Körner als von 3–4 m.M. Durchm. in diesem nieder-



No. 948.
Schwebestoffe des Pekatjangan über 10000 m/L .
Banjumas—Mittel-Java.



No. 958.
Schwebestoffe der Serajuh.—1000—10000 m/L .
Banjumas—Mittel-Java.

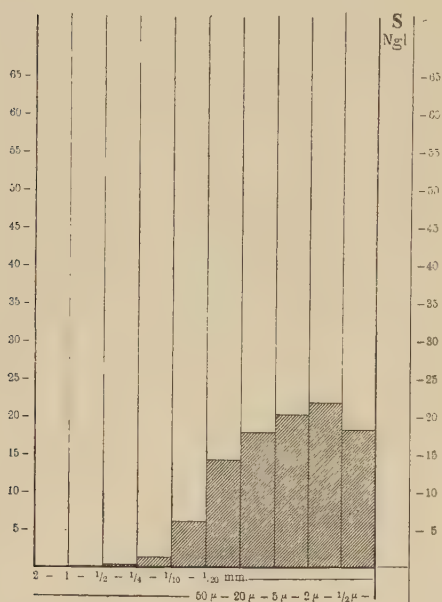
rauschenden Bergstrom schwebend verfrachtet, obgleich am Boden Geschiebe von 100 Mal grösserem Durchmesser weiter gerollt werden.

Das Stromgebiet des Pekatjangan liegt zum grössten Teil in tertiären Gesteinen, welche alle so leicht zerfallen, oder vermahlen werden, dass nur feine Schwebestoffe dabei entstehen. So lässt sich erklären, dass die Kurven von dem Schlamm dieses Flusses, sei der Schlammgehalt unter 100 m/L , oder über 10000 m/L , immer genau die nämliche nebenstehende Form zeigt. — Mit dem Merawuh-Fluss liegt die Sache genau ebenso. In Fällen wie hier wird also — kurz gesagt — die Korngrösse der Schwebestoffe nicht bestimmt durch die Stromgeschwindigkeit, sondern lediglich durch die Gesteinsarten des Stromgebietes.

Der Serajuh führt, solange er ausschliesslich vulkanisches, andesitisches Gebiet durchströmt, bei niedrigem Wasserstand nur wenige Schwebestoffe; bei Hochwasser aber bedeutend mehr. Die nebenstehende

Kurve sieht der des Tulis bei gleichem Schlammgehalt sehr ähnlich. Diese Probe wurde geschöpft bei Geschwindigkeiten von 6—8 M., und einer Wasserführung von 200—700 M³. Gewiss merkwürdig ist es, dass unter solchen Umständen kein Körnchen grösser als 1 m.M. im Wasser schwebend erhalten wurde!

Noch stärker—es zeigt der grosse Solo-Fluss bei einer Wasserführung von etwa 1200



No. S.
Ngl.

Schwebestoffe der Soloflusses bei 1000—2000 m/L.
Ngluak—Rembang.

serführung von etwa 1200 M³ und einem Schlammgehalt von 1000—2000 m/L eine Kurve No. S._{Ngl.} Es kommen also kaum Körnchen über 1/10 m.M. darin vor, bei einer Stromgeschwindigkeit von 3 bis 4 Metern in der Sekunde. Die Kurve zeigt einen hohen Gehalt an Schwebeton, 18%; auffallend ist es, dass der Schlamm der andern Flüsse meist nur etwa 5%, höchstens 8% davon enthält. Findet man demnach einen Flussabsatz welcher aus mehr als 20% Schwebeton besteht, so darf man ihn mit grosser Wahrscheinlichkeit als in situ verwit-

tert ansehen. Denn, wenn aus den Schwebestoffen nur ein Teil niederschlägt, so sind das doch zu allererst die gröberen Fraktionen, also mit noch weniger Schwebeton, als die Gesamtheit der ursprünglichen Schwebestoffe.

§ 33. Was sich nun aus dem schwebend mitgeführten Flussschlamm *absetzen* wird,—das hängt davon ab, *wie* die Stromgeschwindigkeit abnimmt.

Diese Abnahme der Stromgeschwindigkeit und damit des aufwirbelnden Vermögens kann näml. sehr *plötzlich*, aber auch sehr *allmählich* stattfinden.

Plötzliche Abnahme findet man z.B., wenn ein Fluss aus

dem Gebirge in die Ebene tritt. Dann mischt sich der gröbere Teil des Schlammes unter das Geschiebe, während vom letzteren der gröbere Teil liegen bleibt, als „Kolluvium“, während die feineren Teile weiterrollen, oder schwebend weitergeführt werden.

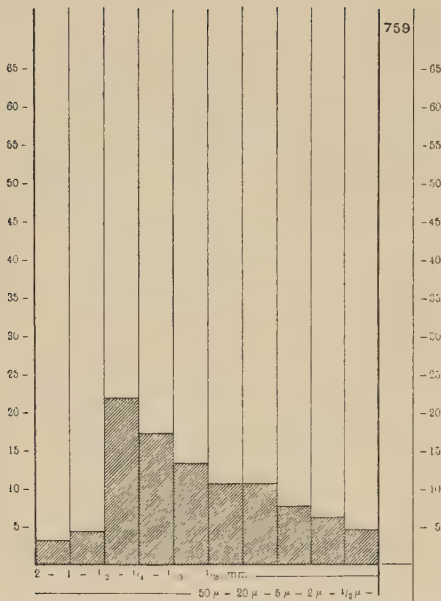
Plötzliche Abnahme findet man aber auch, wenn bei Hochwasser Flüsse aus ihren Ufern treten und umliegendes Land überschwemmen. Die grosse Stromverbreiterung hat dann natürlich eine sehr merkliche Stromgeschwindigkeitsverminderung zur Folge, und damit vielfach ein so gut wie vollständiges Niederschlagen der gesamten Schwebestoffe.

Allmähliche Abnahme der Stromgeschwindigkeit hat man mehr im Mittel- und Unterlauf der Flüsse zu suchen. Der Absatz besteht in diesem Falle so gut wie ausschliesslich aus den gröberen Teilen des Schlammes, und wird eine desto reinere Grössenfraktion sein, je näher die Grenzen der Stromgeschwindigkeiten vor- und nach der Geschwindigkeitsverminderung einander liegen.

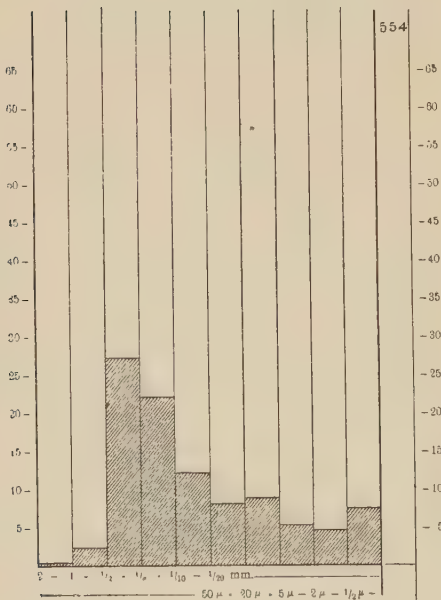
Die Kurve des Korngrössendiagramms wird demnach in Fällen plötzlicher Abnahme der Stromgeschwindigkeit über mehrere Fraktionen sich erstrecken, also eine flachere Kuppe bilden; je feiner die Unterschiede in der Stromgeschwindigkeit jedoch sind, desto geringer wird auch die Zahl der Fraktionen sein, welche in dem Absatz vorkommen, desto steiler und spitzer wird die Kurve sein.

§ 34. Von der Form der Kurve lässt sich aber noch mehr sagen. Nehmen wir an, ein Fluss erreicht den Punkt, den wir betrachten wollen, nachdem er an höheren steileren Stellen schon seinen gröbsten Schlamm los geworden ist. Durch das um und um wälzen des Geschiebes (siehe weiter hinten!) ist dann im mitgeführten Schlamm die nächstfolgende Grösse reichlich vorhanden. Sowie nun eine Geschwindigkeitsverminderung stattfindet, fällt dieser gröbere mitgeführte Schlamm zuerst aus; er nimmt aber desto mehr feineres Material mit, je plötzlicher und stärker die Geschwindigkeit abnimmt. Aber—je feiner die Korngrösse, desto weniger schlägt nieder; vom allerfeinsten Schlamm setzt sich sogar nichts ab, solange wie noch Strom von einiger Bedeutung vorhanden bleibt.

Wie wird nun die Kurve?—Unsymmetrisch. Links sehr steil; rechts sanft abfallend. Folgende Beispiele sagen darüber mehr als lange Betrachtungen.



No. 759.
Palangan—Besuki.



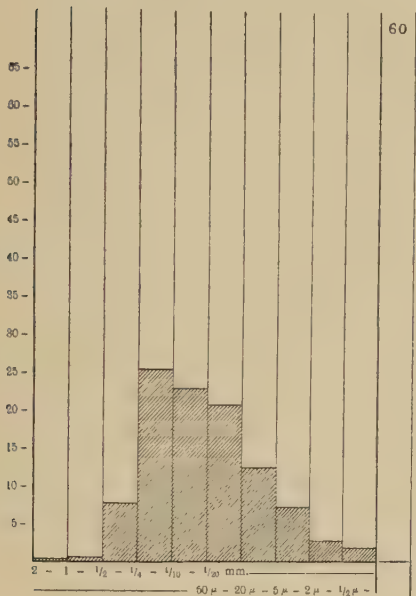
No. 554.
Flussabsatz. Kertosari—Besuki.

Es ist No. 759 een Flusssediment eines kleinen Flusses, welcher in der Trockenzeit vollständig wasserlos ist; in der Regenzeit dagegen manchmal „bandjir“, Hochwasser, mit vielem Schlamm aufweist. Diese Probe wurde genommen dort, wo der Fluss in die Küstenebene kommt. Etwas höher herauf, auf Kertosari, wurde (No. 554) gesammelt. Hier hat sich weniger feines Material absetzen können, dagegen hat ein Anfang von Verwitterung eine kleine Erhöhung der letzten Fraktion ergeben.

§ 35. Man könnte meinen, dass, weil diese Sedimente ganz aus andesitischer Asche des Rauns bestehen, die asymmetrische Form der Kurve vielleicht doch zum grössten Teil der Verwitterung zuzuschreiben wäre. Darum gebe ich jetzt einige Kurven von Flusssedimenten, —allerdings nicht von Java, sondern von Sumatra und Bangka—in welchen Quarz der vorherrschende, der Verwitterung aber kaum zugängliche Bestandteil ist.

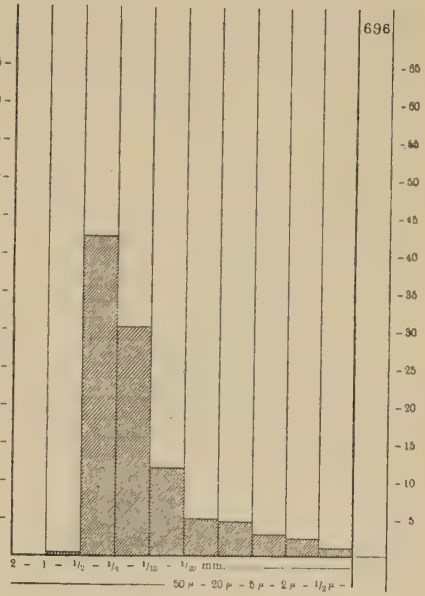
No. 60 liegt schon etwas weiter vom Gebirge, wird aber bei Hochwasser noch dann und wann überflutet. Ein merkwürdiger Urwaldboden, hellgelblich, nahezu ohne organische Substanz.

Auch No. 696 — neben dem Kamparfluss genommen — besteht



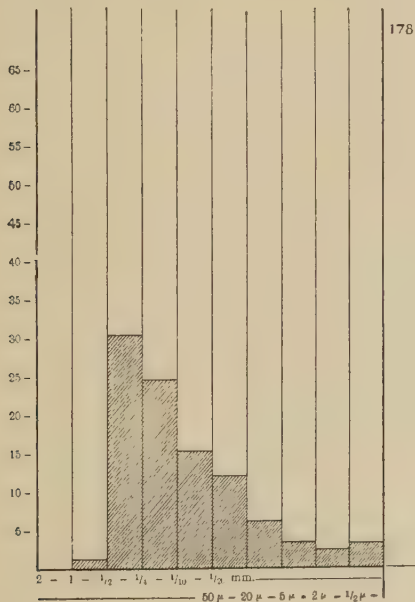
No. 60.

Walderde von Muara Bahar, neben dem Lalangfluss, Palembang.



No. 696.

Sediment des Kamparflusses. Terantang—Tapanuli.

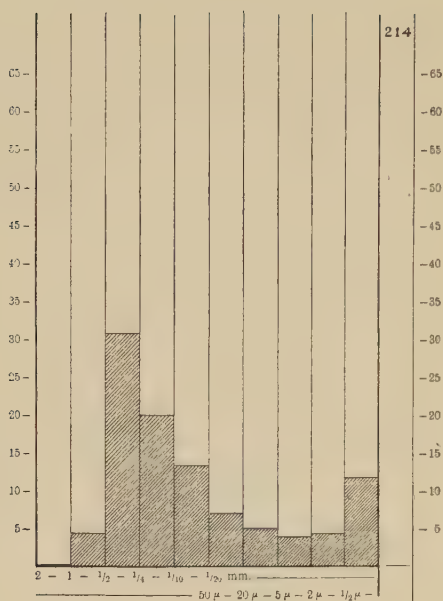


No. 178.

Flussabsatz.—Pelay—Bangka.

grösstenteils aus Quarz; nur wenig jungvulkanische Elemente (Hypersthen, Hornblende, Glas) sind beige-mengt.

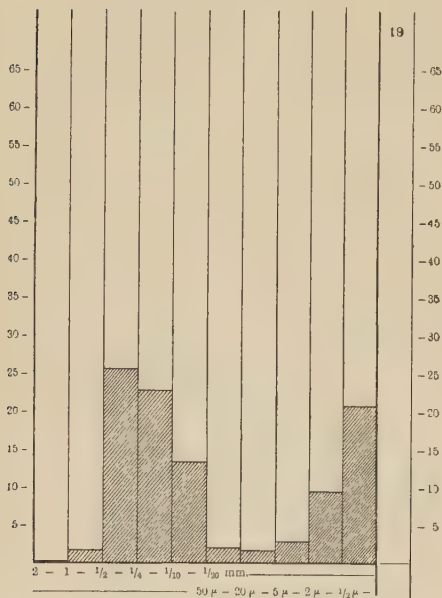
Schliesslich ein Paar Muster von Bangka. Zuerst eine Probe, rein aus Quarz bestehend; wahrscheinlich ist dieser Quarz von Sandsteinen herkömftig; er enthält auffallend wenig Verunreinigungen; daher auch die reine Kurve, weil der Quarz seine Korngrösse natürlich nicht weiter ändert.



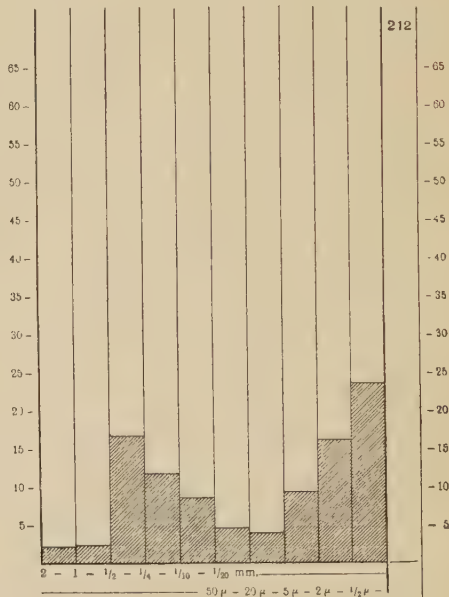
No. 214.
Flussabsatz.—Bangka.

No. 212, deren Kurven deutlich aus zwei Teilen bestehen.

—No. 214 zeigt schon etwas mehr Verwitterung. Der Sand, wohl noch zum grössten Teil Quarz, enthält aber ausserdem Feldspath und ein Bisschen Hornblende von den Granititen; der Quarz bleibt dann die ursprüngliche Absatzkurve behaupten, die andern Mineralien dagegen verwittern und geben eine Erhöhung der letzten drei Fraktionen. Dies führt, wenn mehr von diesen verwitterbaren Mineralien vorhanden ist, von selber zu Böden wie No. 19 und



No. 19.
Verwitterter Flussabsatz.—Billiton.



No. 212.
Verwitterter Flussabsatz.—Bangka.

§ 36. Der Schlammabsatz aus einem Flusse bleibt nur dann, wenn er sehr bald nach dem Absetzen trockengelegt wird, so liegen, wie er abgesetzt wurde; bleibt er jedoch vom strömenden Wasser überdeckt, so wird er am Boden des Flussbettes noch mehr oder weniger umgewälzt und fortgeschoben; die Grenze zu den Geschieben wird dadurch natürlich mehr und mehr verwischt. Sagen wir darum erst etwas über Geschiebe.

Geschiebe nennt man, wie bekannt, diejenigen Gesteinsfragmente, am Boden eines Flusses vorkommend, welche zu gross sind, um von dem strömenden Wasser in Schwebung genommen und gehalten zu werden, dagegen zu klein, dass der Strom sie ruhig liegen lässt. Sie werden daher durch die Stromwirkung über und durch einander gerollt und gewälzt.

In einem Strome, welcher längere Zeit, über eine beträchtliche Entfernung, nahezu die gleiche Geschwindigkeit beibehält, werden sich die obere und untere Grenze der Geschiebegrösse scharf einstellen. Ferner werden diese Grenzen aber noch für jeden Punkt des Flussbettes einander immer näher rücken; mit der betreffenden Stromgeschwindigkeit korrespondirt näml. eine bestimmte Geschiebegrösse, so dass grössere Geschiebe oberhalb liegen geblieben sind, kleinere jedoch bei dem fortwährenden um und um Wälzen der Geschiebebank nach unterhalb fortgeführt werden. Da nun die Bedingung einer lange Zeit und über grösserer Entfernung sich gleich bleibenden Geschwindigkeit nur bei grossen Strömen erfüllt wird, so darf man umgekehrt auch wohl behaupten: je gleichmässiger ein Geschiebe, je enger die Grössengrenzen, desto grösser und, ich möchte fast sagen: erstklassiger, ist, oder war, der Fluss, der es absetzte.

Ein sehr ungleichmässiges Geschiebe deutet demnach entweder auf: einen Strom mit auf kurzer Strecke sehr veränderlichem Charakter also auf einen kleinen Fluss mit innerhalb kurzer Strecken schnell abnehmender Geschwindigkeit;— oder auf einen Strom mit innerhalb kurzer Zeiten sehr veränderlicher Stromgeschwindigkeit, also auf einen Fluss mit sehr veränderlicher Wasserführung.

Die erstere dieser beiden Möglichkeiten darf man erwarten unterhalb eines scharfen Uebergangs aus dem Gebirge in die Ebene; die zweite dagegen 1^o) in Ländern, welche öfters heftigen Regengüssen (Wolkenbrüchen) unterworfen sind, wie z.B. Java;

oder 2°), — wenn es Flüsse gilt, die an sich zu gross sind um von einem einzigen schweren Regen in ihrem ganzen Stromgebiet getroffen zu werden, — in Ländern, in welchen einer allgemeinen deutlichen Trockenzeit, eine ebenfalls allgemeine deutliche Regenzeit gegenübersteht.

Im Falle sub 1°) genannt, werden aber, wo sich Geschiebe absetzen, grobe und feine unregelmässig auf einander folgen; im Falle sub 2°) muss dagegen, den jährlich wiederkehrenden Monsunen entsprechend, eine gewisse Regelmässigkeit in der Schichtenfolge zutage treten.

An irgend einem Geschiebevorkommen lässt sich demnach manches sehen und aussagen über den Fluss der es absetzte; auch wenn dieser Fluss vielleicht längst einen andern Weg genommen oder sogar ganz verschwunden ist. Immerhin, bleibt es gefährlich, ausser in den Extremen, bestimmte scharfe Schlüsse zu äussern; denn erstens lässt sich in der Natur fast nie eine scharfe Einteilung aufrecht erhalten; und zweitens ist manches Sediment abwechselnd aus Schlamm, Geschiebe und Mischungen beider gebildet.

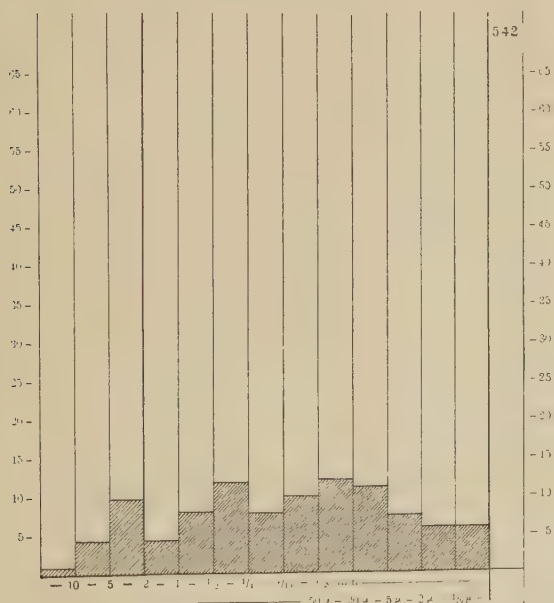
§ 37. Besonders in der Nähe von noch tätigen Vulkanen, speciell solchen, die noch nicht aufhören, dann und wann, oder sogar fortwährend, Asche und andere Efflaten in die Luft zu schleudern, und die dadurch ihre Abhänge immerfort mit neuen Auswürflingen überdecken, — da findet man vielfach Ablagerungen, die höchst schwierig irgend wo unterzubringen sind.

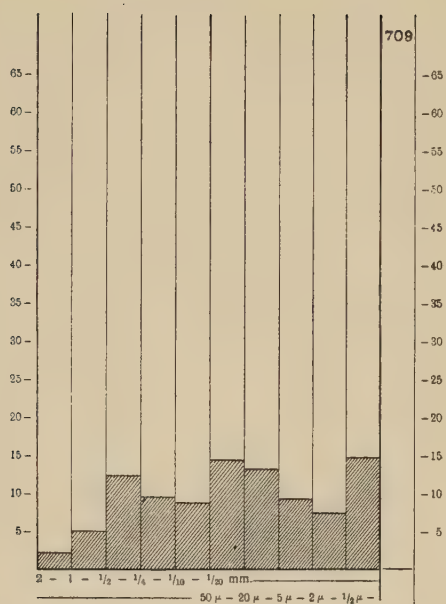
Es sind die grossen Schlammabrutschungen, die man hier „*Lahar*“ oder „*Besuck*“ nennt, — den in den Ost-Alpen niedergehenden Muren so ähnlich — welche Sedimente geben, die manchmal unentwirrbar neben, über, und durch einander liegen. Wenn man demnach auch mit diesem Material nur selten zu einem völlig befriedigenden Ergebnis seiner Forschungen gelangt, so sind doch einige wertvolle Anhaltspunkte erwähnenswert.

Eines Tages, — meist infolge Durchweichung der angehäuften Efflaten durch schwere Regengüsse, gerät die ganze Masse ins Rutschen. Sie strömt nicht, sie wälzt sich zu Tal: man sieht, wie der Kopf, steil wie eine Wand, wie eine Terrasse, sich fortwährend überstürzt, und wie in dem dicken Brei grosse Blöcke gerade so gut mit fortgeschleppt werden, wie die feineren Bestandteile.

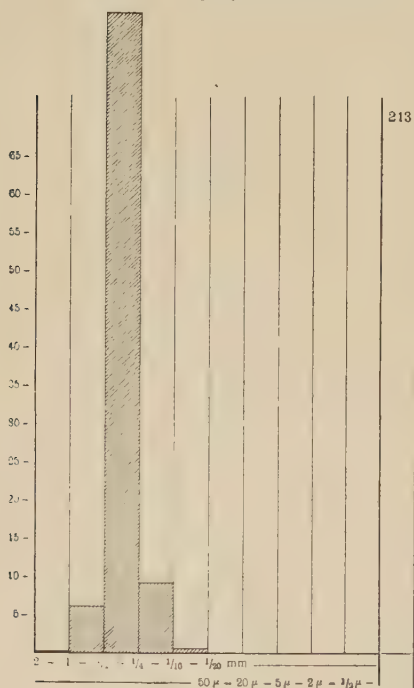
Ohne nun zu weit auf Besonderheiten einzugehen, möchte ich den Nachdruck darauf legen, dass solch ein Lahar oder Besuch nicht in einem Zug niedergeht, sondern stossweise. Der sich heranwälzende Brei liegt plötzlich still; die Reibung war offenbar zu gross. Aber nicht lange—es setzt sich eiligst manches unten ab, und in dem, was darüber stehen bleibt, wird der Wassergehalt grösser, bis auf einmal dieser nun dünnere Brei über den ersten Kopf weg, hervorbricht, und aufs Neue mit Wucht zu Tal fliesst. Diese Erscheinung wiederholt sich noch verschiedene Male, die Schwebestoffe werden immer feinkörniger, und schliesslich sieht man aus dem letzten sandigen Kopf überall das Wasser, mit nur wenigem, sehr feinem Schlamm beladen, austreten, und zu unschuldigen Bächlein zusammenfliessen.

Ein einziger Lahar lässt also verschiedene Sedimente hinter- oder unterhalb einander ausfallen. Keines dieser Sedimente ist aber, wie das bei gewöhnlichen Flussabsätzen der Fall ist, nachher mehr oder weniger ausgerollt, d.h. nach der Korngrösse sortirt. Bestimmt man also die Korngrössendiagramme solcher Lahar-sedimente, so muss man sehr in die Breite gezogene Kurven erhalten: alle möglichen Korngrössen sind mehr oder weniger





No. 709.
Mlessen — Djocja — Mittel-Java.



No. 213.
Seesand — Tandjong Pandan — Billiton.

Zahl vorkommenden Plagioklas- und Hypersthenkristalle verursacht: es ist dieses die gewöhnliche Grösse der porphyrischen Kristalle in vielen unserer hiesigen andesitischen Gesteinen. Der schwache Gipfel bij 20μ korrespondirt mit der am meisten vertretenen Korngrösse der glasierten Ascheteilchen. (Vergl. z.B. No. 743 u. folg. in §§ 5—7).

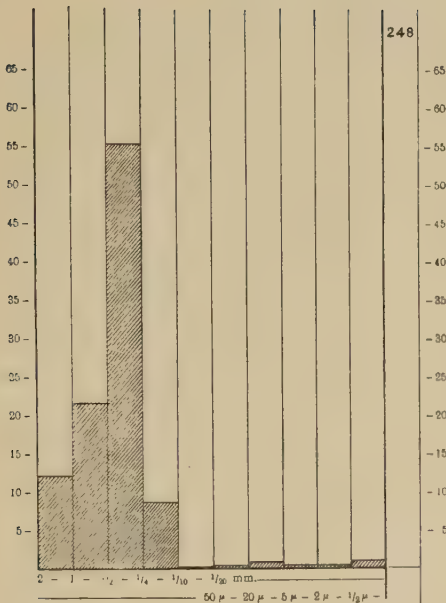
Die gleichen unbedeutenden Gipfel in der Kurve weist Fig. 709 auf, ein Lahar-Sediment, aus Merapi-Asche bestehend, und unten am S.W. Abhang dieses Vulkans abgesetzt. Einige Verwitterung wird durch die Höhe der letzten Fraktion angezeigt.

§ 38. Das Gegenstück zu den so zu sagen katastrophenartig gebildeten Sedimenten, so eben beschrieben, bilden die Geschiebe der *Flussmündungen* und des *Strandes*.

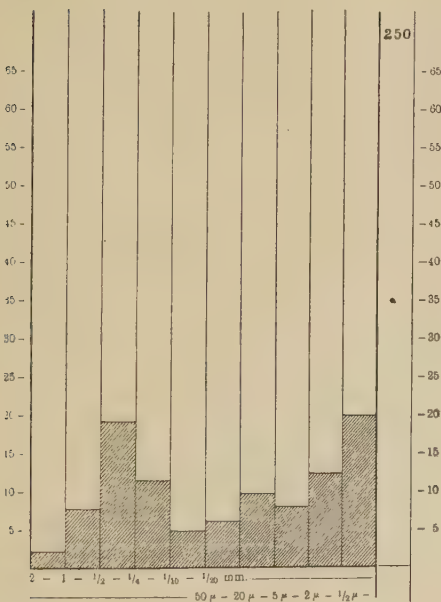
Der Sand, welcher von der Brandung ans Land gesetzt wird, ist vorher in einer schön regelmässigen, periodischen, schraubenförmigen Bewegung aussortiert,

und enthält daher nur wenige Korngrössen.

Ein Beispiel eines solchen Sandes ist No. 213; weil dieser



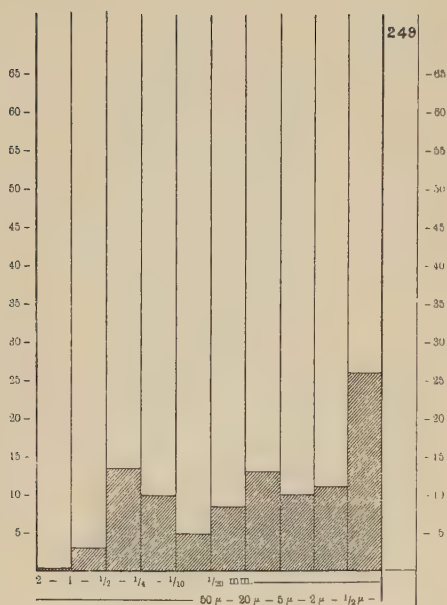
No. 248.
Sand vom Strande.—Bontaeng—
Süd-Celebes.



No. 250.
Untergrund, 500 M. von der
Küste,—Bontaeng.

Sand ausschliesslich aus Quarz mit einigen Stückchen Muschelkalk besteht, so ist seine Korngrösse unveränderlich, auch nach dem der Sand der Brandung trocken gelegt wurde; es war eben nichts durch Verwitterung daran zu ändern. Kann jedoch die Verwitterung angreifen, d.h. besteht der Sand aus verwitterbaren Mineralien, so wird die Kurve bald abgeändert: der Gipfel wird niedriger, und der Fuss schiebt sich nach rechts, nach den feineren Fraktionen hin, hinaus. Schöner noch als die Serien von der Südküste von Java, die ich von Adiredja (Mittel-Java) und Pugger (Ost-Java) besitze, ist eine von Bontaeng (Süd-Celebes):

Der Sand No. 248 besteht, namentlich in den beiden feineren der 4 Fraktionen, grösstenteils aus Augit; ferner ist etwas Kalk, (Muschelschalen), und Magneteisen, sowie Andesitgrus beigemischt. In den Sandfraktionen von No. 249 und



No. 249.

Oberkrume und—Reisfeld, 500 M. von der
Küste—Bontaëng.

weniger verwitterungsfähig sein. Kurz—es lässt sich über Wind-sedimente etwas ähnliches schreiben wie in den vorhergehenden Seiten über Sedimente aus Wasser steht. Da die Luftsedimente,—die Efflaten der Vulkane ausgenommen,—hierzulande jedoch eine nur sehr untergeordnete Stellung einnehmen, glaube ich ihre eingehendere Behandlung Kollegen in solchen Ländern überlassen zu müssen, wo die Windsedimente eine grössere Rolle spielen, als hier.

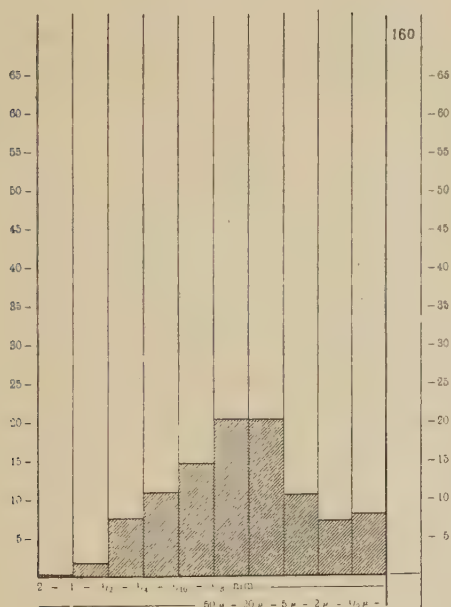
§ 40. In obigen §§ handelte es sich zumeist um Sedi-mente, welche von primären Lagerstätten herkommen, wo alle möglichen Korngrössen vom feinsten Schlamm bis zu den grössten Steinblöcken, durch einander gemischt, vorkommen.

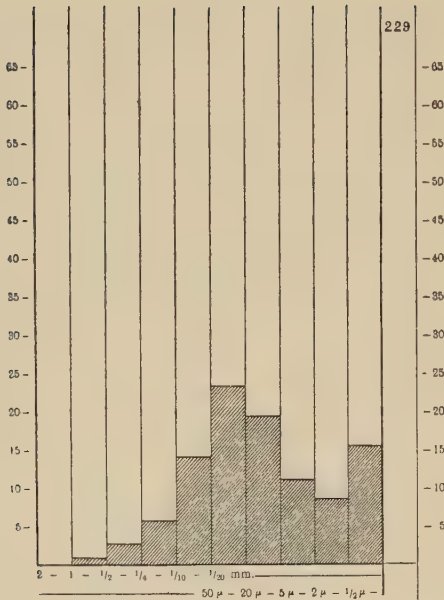
Es ist aber auch möglich, dass an primärer Lagerstätte nur noch feine Verwitterungsreste liegen, und dann kann strömendes Wasser natürlich blos feinere Korngrössen transportiren und absetzen. Merkwürdig ist nun aber wieder, dass, wenn ein Boden, oder ein Tjadas vollständig ausverwittert ist, z. B. late-risirt, und nun so gut wie sandfrei,—strömendes Wasser na-hezu nichts von ihm abnimmt. Die Oberfläche wird glatt wie

No. 250 findet man densel-
ben Augit noch zurück,
aber hier nur in zackigen
Verwitterungsresten gröss-
erer Kristalle.

§ 39. Nur ein Paar
Worte über *Windsedimente*.
Auch diese lassen sich un-
terscheiden in Sinkstoffe
und Geschiebe und Gemi-
sche beider. Ferner in
Sedimente durch die Wir-
kung andauernder regel-
mässiger Winde, und sol-
che, durch Sandstürme
u. s. w. entstanden. Und
dann können die Sediment-
körner noch mehr oder

Seife, und bleibt sogar unter einem rauschenden Bach so gut wie intakt. Ist die Verwitterungsmasse aber sandhaltig (durch Quarz, Magneteisen, porphyrische Plagioklas- oder Augitkörner, Eisenkonkretionen), oder noch nicht vollständig ausverwittert, sodass noch Gesteinskörner, Bimsteinbröckchen oder verkieselte Klümpchen vorkommen, dann wird die ganze Verwitterungsschicht bedeutend mehr mitgenommen. Darum ist denn auch in den jüngeren Lateritgegenden, dort, wo dieses Material noch gelb ist, und etwas sandig, der Schlammgehalt der Flüsse höher, als dort wo das Wasser nur durch älteren, roten, oder weiss mit rot gefleckten Laterit strömt. Ist der Laterit gelbbraun, dann ist der Flussschlamm auch hell gelbbraun; ist der Laterit rot, dann ist der Flussschlamm nur selten rot (näml. bei Erdstürzen, und wenn Menschen den Boden bearbeiteten), gewöhnlich aber weisslich. Sieht aber nach einem heftigen Regenguss das Wasser eines Tümpels rot aus, so ist es schon den nächsten Tag vollständig frei von dieser roten Beimischung und weisslich, wie bei weniger Regen.





No. 229.

Schlamm aus einer kleinen Bewässerungs-
leitung—Buitenzorg—Java.

gen (Staubsand) und Lutum bedeutet; also der Linie, welche von 100—0—0 nach 0—50—50 läuft. Alle diejenigen Böden, welche mehr nach unten hin liegen, sind mehr oder weniger verwittert. Dies habe ich an zahlreichen Beispielen beobachtet; demnach dürfte sich die Regel aufstellen lassen: Secundäre Böden, welche in der Dreiecksvorstellung nahe der genannten Mittellinie zu liegen kommen, sind noch unverwittert, oder wenig angegriffen; je weiter sie aber nach der Basis, oder besser vielleicht nach dem Lutumpunkt, hin liegen, desto stärker verwittert sind sie.

serungswasser (No. 229)
einer kleinen Leitung, aus
einer gelbbraunen Laterit-
gend herstammend.

*
* *

§ 41. Zum Schluss
dieses Kapitels will ich die
darin behandelten Böden
u. s. w. in einem Dreieck
übersichtlich vereinigen.
(Dreieck No. III). Sofort
fällt dann auf, dass die
meisten Nrn.,—seien sie
nun Schwebstoffe der
Flüsse, oder Sedimente von
Flüssen oder dem Meer,—
so nahe der Mittellinie
liegen, welche gleiche Men-

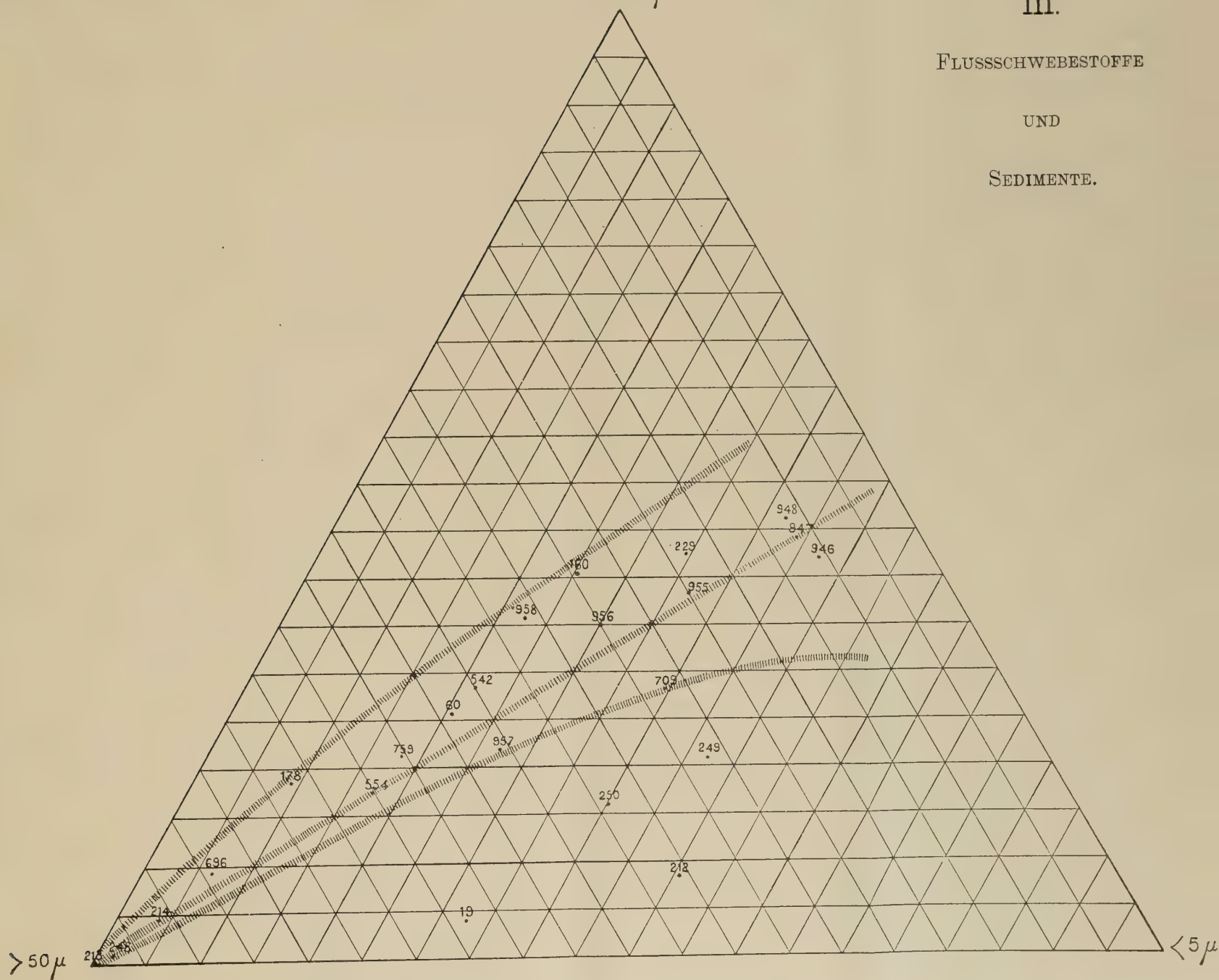
5 - 50 μ

III.

FLUSSSCHWEBESTOFFE

UND

SEDIMENTE.



Böden aus Sedimentärgesteinen.

Ueber die Gesteine selbst.

§ 42. Die Gesteine, aus welchen die Böden, die ich in diesem Abschnitt zu behandeln gedenke, hervorgegangen sind, sind nur wenige an der Zahl; es sind hauptsächlich *tertiäre Gesteine*, *Mergel* und *sandführende Kalksteine*.

Zu Anfang (S. 4) habe ich diese Gesteine schon kurz erwähnt. Hier ist der Ort, darüber etwas mehr zu sagen.

Verbeek ¹⁾ betrachtet die Mergel als mittelmiocene-, die Kalksteine als jungmiocene Meeressedimente, und giebt ihnen also eine verschiedene Altersstufe (m_2 und m_3). Es ist aber doch schwer anzunehmen, dass erst, in einer früheren geologischen Periode, allenthalben bloß sehr feine Sedimente zum Absatz gekommen sein sollten, und in einer späteren überall nur gröbere. Sofort drängt sich da die Frage auf: Wo ist denn der Sand geblieben, den die Flüsse zur Zeit, dass sie alle die feinen Sedimente dem Meere zuführten, doch auch verfrachtet haben müssen? Und wo ist all der Schlamm, welcher die Flüsse in der jungmiocenen Zeit doch auch wohl getrübt haben wird, hingeführt und abgesetzt worden? Ist es nicht viel wahrscheinlicher, dass immer gleichzeitig hier Sand, dort feiner Schlamm abgelagert wurde?

Die Frage, wo alle die Sedimente herkamen, welche jetzt Schichten bilden bis zu Tausenden von Metern dick, ist noch durchaus nicht gelöst. Man darf sagen, kaum berührt. Ich

¹⁾ Verbeek en Fennema—Geolog. Beschr. v. Java en Madoera. 1893—96 (Holl. und Franz).

finde in dem in anderen Punkten so ausführlichen, oben zitierten Werke von Verbeek und Fennema (S. 988—989 der holl. Ausg.) in einer allgemeineren Schlussbetrachtung:

— — „Südlich von Java müssen wir eine Verwerfung annehmen, wodurch entweder das Land nördlich davon gelegen gehoben wurde, oder, und wahrscheinlicher, der Boden des gegenwärtigen Indischen Ozeans eine Senkung erfuhr“. — —

— — „In dem seichten Meer nördlich von dieser Verwerfung fanden seit den ältesten Zeiten Ablagerungen von Sedimenten, Durchbrüche von Eruptivgesteinen statt“; — —

Dann wird angenommen, dass in der Trias- und Jura-zeit Java und Sumatra trocknes Land bildeten; darauf musste dann aber eine Senkung folgen während der Kreide und weiter noch im Eocen und Oligocen. Und nun sagt Verbeek:

„Die Verbreitung der jungtertiären Gesteine, zum grössten Teil von miocenem-, zum kleineren auch von pliocenem Alter, ist in unserem Archipel so gross, dass in dieser Periode der allergrösste Teil vom Meere überdeckt gewesen sein muss, und blos einige wenige eocene und ältere Bildungen Inseln und Klippen haben bilden können, welche über dem Meer hervorragten“. —

Daraufhin möchte ich nun fragen: Wenn bis auf einige unbedeutende Inseln alles Land im Archipel unter dem Meeresspiegel lag, wo kamen denn da die gewaltigen Massen Abtrag her, die sich zu kilometerdicken Sedimenten anhäufen konnten? —

Diese Sedimente bestehen, wie gesagt, aus Ton und feinem Quarzsand; der Quarz ist genau derselbe wie in den Graniten und grauackeartigen Sandsteinen von Sumatra, Bangka und Billiton, und Malakka; auch wird er immer begleitet von Zirkon und Turmalin. Man wird dieser Sedimente Ursprung also schwerlich in späteren Durchbrüchen von basischen Eruptivmassen suchen können, sondern wird sie wohl auf die obengenannten älteren Gesteine zurückführen müssen.

Gegeben nun:

1°/ dass die Sedimente der Tertiärzeit dieselben sind auf Sumatra, Java, Borneo und sogar noch weiter O. gelegenen Inseln, also eine sehr grosse Verbreitung haben;

2°/ dass sie durchwegs sehr fein sind; also wenn von Flüssen zum Meer getragen, dann doch von sehr langen Flüssen;

3°/ dass die Sedimente sehr mächtig sind, also von grossen

Flüssen aus einem grossen Stromgebiet verfrachtet sein müssen; so kommt man zu dem Schluss, dass irgendwo zu Anfang und während der Tertiärzeit ein grosses massives Bergland, aus altem Gestein gelegen haben muss; ein Land, vielleicht von der Grösse von Borneo, und mit seiner Mitte etwa wo jetzt Billiton liegt.

Dieses Land kann dann bei den grossen Katastrophen, bei welchen Java von Sumatra und von Bali getrennt wurde durch bedeutende Verwerfungen, ferner die im Meer abgesetzten Sedimente hoch bis weit über dem Meeresspiegel gehoben wurden, und ausserdem eine ausgedehnte und gewaltige vulkanische Tätigkeit sich entfaltete, — plötzlich, stossweise, — oder allmählich, zum grössten Teil versunken sein.

§ 43. Noch eine bemerkenswerte Tatsache muss ich erwähnen. Es enthalten die Mergel hie und da Quarzschluff in einer Feinheit, — ($2 - \frac{1}{2} \mu$, und wahrscheinlich noch feiner!) — wie sie heutzutage in dem Schlamm der Flüsse aus Gebieten alter Gesteine kaum wahr zu nehmen ist. Weder von Sumatra, noch von Bangka oder Billiton erhielt ich Flussschlamm oder Flusssedimente, (ausser aus tertiären Gebieten) mit diesem äusserst feinen Quarzschluff. Wohl dagegen von Neu-Guinea, dem Lande, das sich von den andern soeben genannten Ländern unterscheidet durch — ein besonders hohes Bergland, sogar mit ewigem Schnee und Gletschern. Von Gletschern weiss man aber, dass sie viel feiner schleifen, als strömendes Wasser allein vermag. Somit komme ich zu der Annahme, dass zwischen den Hochgebirgen des Himalaya und Hinter-Indien einerseits, und von Neu-Guinea und Neu-Holland andererseits, einst ein grosses, verbindendes Festland lag mit einem Hochgebirge, bis über die Schneegrenze reichend.

§ 44. Um das grosse Festland herum, setzten sich die Sedimente im Meer zu Boden. Der Sand nahe der Küste; die feineren Staubsande und der Ton entweder etwas weiter weg im Meer, oder in Meeresbusen, Haffen oder an sonstigen ruhigen Stellen. Man findet jetzt nämlich feinkörnige, schiefrige Gesteine, — die man am besten Lehmschiefer nennt, — welche kalkfrei sind (Süsswassersedimente), daneben sandige Kalksteine (Brandungssand) und dann an entfernteren Stellen Mergel mit bis zu 70 % Kalkstaub. Der Kalk ist meist Foraminiferenkalk, aber auch

wohl Korallenkalk; ausserdem manchmal jetzt so verquetscht, dass man keine Fossiliën mehr erkennen kann.

Ohne irgend welche Strandverschiebung mussten sich nun im Meer, durch die allmähliche Erhöhung des Meeresbodens, immer gröbere Sedimente über den feineren absetzen; an der Küste musste sich der Strand hinausschieben, und damit die Bildung von Sandschichten, welche später Kalksandsteine werden konnten. In den Lagunen, Haffen, Delta's u.s.w. wurde jedoch der feine Schlamm von feinem Gerölle und Geschiebe, also kalkfreiem Sande überlagert; oder, mehr seitlich von den eigentlichen Flussläufen, wurde mit nur feinem Material die Sedimentbildung abgeschlossen.

Bei negativer Strandverschiebung dürfen wir ähnliches erwarten, nur schneller; und es kommen mehr Süsswassersedimente auf und über den Meeresabsätzen zu liegen.

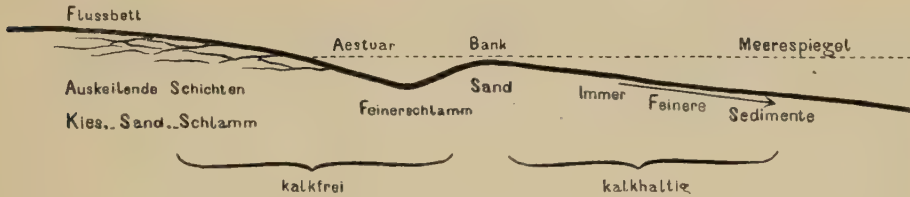
Bei positiver Strandverschiebung, also bei erheblicher Senkung des Landes treten aber andere Erscheinungen auf. Dann legt sich über den feinen Schlamm, weiter heraus im Meer, wenn überhaupt noch, dann doch nur immer feinerer Schlamm. Auch der Sand der Küste kommt tiefer unter die Wasseroberfläche und wird von immer feineren Sedimenten überdeckt; und wo erst nur Süsswassersediment war, (allerdings meist auf älterem Meeressediment liegend), kommt jetzt allmählich Meeressand und und dann später der feinere Meeresschlamm.

Wenn also keine übergekippten Schichten vorkommen, und man findet nach oben hin feiner werdendes Korn der Sedimentgesteine, so muss man wohl auf positive Strandverschiebung schliessen.

Der Zukunft bleibt es vorbehalten, an zahlreichen Einschnitten und Entblössungen auszu machen, was in der Tat stattgefunden hat. Im grossen Ganzen kann man allerdings sagen, dass das Liegende feiner ist als das Hangende: dies würde also irgend welche Senkung des Landes während der Periode der Sedimentbildungen von vorne herein ausschliessen. Zwischen Stillstand und Hebung des Landes ist dadurch aber noch keine Entscheidung gefallen.

Jedenfalls aber ist es wahrscheinlich, dass zu jeder Zeit eine Anzahl verschiedenartiger Sedimente vom selben Fluss gleichzeitig abgesetzt wurden, und dass ein Schema, wie nachfolgendes, nicht

allein für die Gegenwart gilt, sondern auch für vergangene Zeiten gegolten hat:



Wird dieses Profil verfestigt, und später zu Tage gehoben, so findet man links Sandsteine, Lehm-schiefer, Tonschiefer, relativ unregelmässig auf einander folgend, und hie und da Linsen bildend; in der Mitte Kalksandstein, und rechts Mergel. Unter dem kalkstein muss aber Mergel liegen, abgesetzt in der Zeit, da das Meer noch tiefer war. Und unter den Süsswassersedimenten lassen sich ebenso Meerwassersedimente erwarten.

So wird man zu dem Schlusse geführt, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass der Kalkstein und der Mergel m_3 und m_2 keine in der Zeit getrennte Bildungen sind, sondern nur Faziesverschiedenheiten.



Primäre Böden aus Secundären Gesteinen.

§ 45. In dieser Arbeit soll der Ausbau der im vorigen Paragraphen angegebenen Hypothesen nicht weiter angestrebt werden. Es war die kurze Erwähnung jedoch nötig zur Erleuchtung des Ausgangsmaterials zur Bodenbildung. Ich nehme deshalb kurz folgende Gesteine dafür an:

- a. *Mergel* — fein — kalkhaltig ;
- b. *Kalksandstein* — grob — kalkreich ;
- c. $\left. \begin{array}{l} \textit{Tonschiefer} — \\ \textit{Lehmschiefer} — \\ \textit{Feiner Sandstein} — \end{array} \right\}$ als Gestein kalkfrei ;

und wir werden nun sehen, was aus ihnen wird.

a. DIE BÖDEN DER KALKHALTIGEN MERGEL.

§ 46. Diese bilden z.B. einen mächtigen Rücken zwischen Semarang und Surabaya, auf welchem allenthalben Djatiwald steht. Von verschiedenen dort gelegenen Förstereien erhielt ich Bodenproben, typische Residualböden.

Das Klima ist in dieser Gegend regelmässig abwechselnd, zwischen mässig feucht, und sehr trocken. In der Einteilung von Glinka *) kommen daher die Böden der Nr. 3 am nächsten; man tut aber, glaube ich, besser, eine neue Nr. hinzu zu fügen, die zu nennen wäre:

Böden mit halbjährlich mittelstarker Durchfeuchtung, halbjährlich sehr ungenügender Durchfeuchtung. In der Tat werden die Böden von grauweisslich (wenn noch sehr kalkreich), allmählich tief schwarz; aber nicht braunschwarz, sondern fast blauschwarz.

In der Regenzeit findet bei etwa 200—300 m.m. Regen eine deutliche Auswaschung statt; dazu kommt, dass der Boden von

*) Siehe Ramann—Bodenkunde—3e Aufl. (1911)—S. 599.

Gras und niedrigem Gestrüpp bedeckt wird, so dass das eindringende Regenwasser bald kohlenensäurehaltig wird, und dadurch mehr Kalk löst und in die Tiefe führt. Kommt nun die Trockenzeit, so fällt sie meist plötzlich ein. Die Djatibäume lassen ihr Laub fallen, und die niedrige Vegetation am Boden wird sozusagen tot gedörrt. Hierbei kommt es nicht zu irgend welcher Vermoderung oder Humusbildung, auch nicht zu vollständiger Verwesung, sondern es werden die Pflanzenreste am- und im Boden bis zu unkenntlichen schwarzen Resten von der Sonne ausgebrannt. Einmal in diese Form gebracht, sind letztere dann sehr wetterbeständig.

Wenn der Kalk ausgewaschen ist,—(dies dauert weit länger bei diesen Böden als bei denjenigen aus Kalksandstein),—so bleibt ein schwerer Ton übrig mit vielem feinem Quarzstaub. Solange aber noch Kalk vorhanden ist, ist er etwas gröber; die Globigerinen und einige andere Foraminiferen sind näml. grösser als die Staubsandkörner und liegen, sobald das Gestein als solches gelockert, verfault ist, lose in der Verwitterungsmasse. Die allergrössten und unbeschädigten Globigerinen (bis zu 2 m. M. Durchm.) halten sich am längsten, und bestehen noch, wenn schon die Hauptmasse Kalk fort ist. Dann neigt der Boden schon dazu, mittelst organischer Substanzen kolloïdes Eisenoxyd in Lösung zu bringen; aber wenn das Grundwasser mit diesem Eisenoxyd an den letzten Globigerinen entlang sich bewegt, tauscht es das Eisen gegen Kalk ein, und es bilden sich Pseudomorphosen von Brauneisenerz nach Globigerinen.

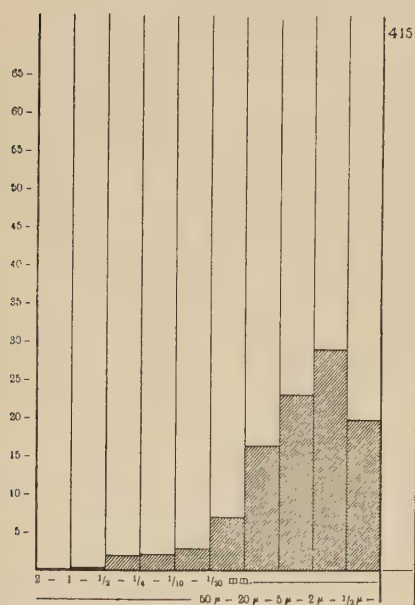
Es versteht sich von selbst, dass auf diesen Mergelrücken, von wo aus man südlich eine Reihe stattlicher Vulkane liegen sieht, dann und wann vulkanische Asche niedergefallen ist; und so ist es klar, dass in dem feinen Sand, ausser obengenannten Foraminiferen, in Kalk- und in Eisenoxydform, mehr oder weniger vulkanische Asche,—also Plagioklas, Hypersthen, Augit, Hornblende, Bimstein,—nachzuweisen ist. Schliesslich mögen Spuren Zirkon und Turmalin neben dem Quarz eben erwähnt werden.

§ 47. Die Korngrössendiagramme zeigen nun verschiedene Typen, je nachdem der Kalk mehr oder weniger ausgewaschen ist. Die kalkreichen Böden haben durch die Anwesenheit vieler Foraminiferen, deren Durchmesser von 20—500 μ wechselt, während

die Fragmente bis zu 5μ und weiter noch heruntergehen, — ihren Gipfel mehr nach links, zumal in der Fraktion $5-20\mu$; bei den kalkarmen bis kalkfreien Böden liegt er, wenn überhaupt vorhanden, mehr nach rechts, also in der vorletzten und vor-vorletzten Fraktion. Niemals in der letzten! Dadurch unterscheiden sich diese Böden typisch von vielen andern Böden, z. B. von den Lateritböden. (Siehe § 14–17).

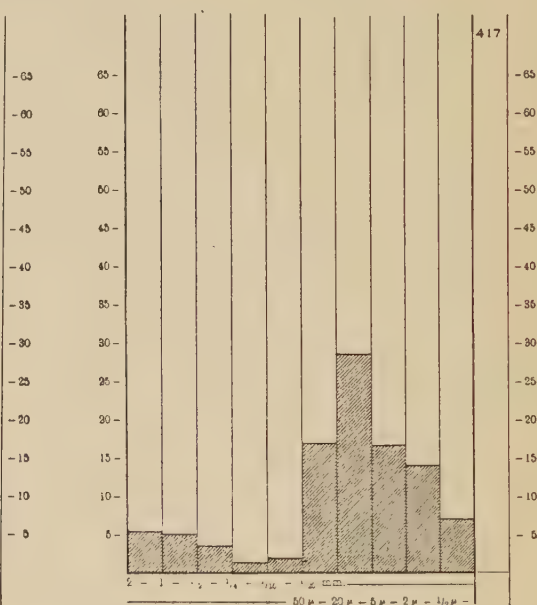
Hierunter ein vollständig kalkfreier Boden No. 415; schwarz. Er ist mässig schwer, weil reich an organischer Substanz. Die zugehörige Unterkrume ist auch noch kalkfrei, etwas grauer, reicher an Quarz und Ton, ärmer an organischem Stoff.

Darauf folgt der Untergrund, der in 1 M. Tiefe schon 55% Ca CO_3 enthält. Er ist hellgrau-weissfleckig und sein Diagramm No. 417 zeigt, ausser der Verschiebung des Gipfels um 2 Fraktionen



No. 415.

Residualboden aus Mergelkalk.
Försterei Telawa—Semarang.

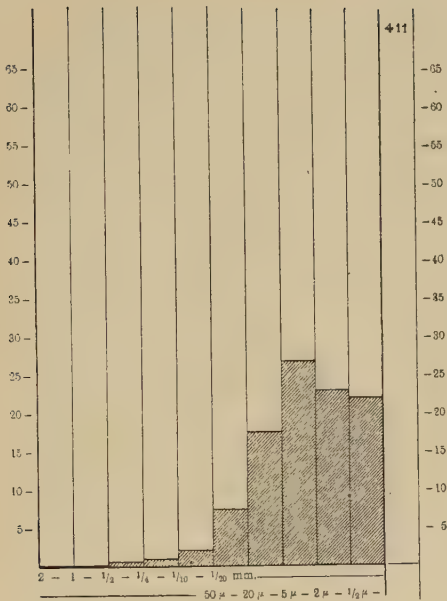


No. 417.

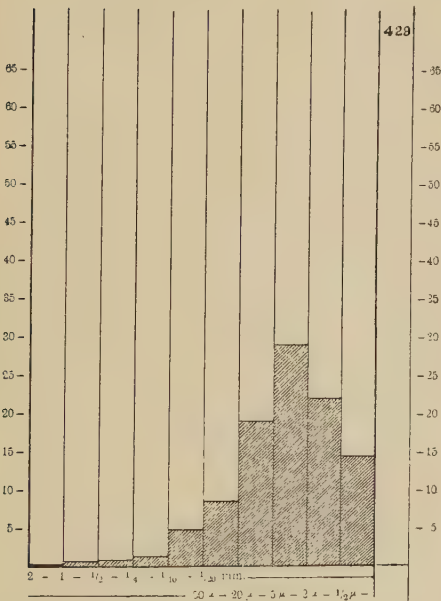
Untergrund zu No. 415.

nach links, Sand welcher aus zusammenhängenden Bröckchen Kalkstein besteht. Man beachte besonders den scharfen Übergang bei 50μ .

Es ist charakteristisch für die Mergelböden, dass sie in den Fraktionen $1/10-1/20$ m.m., —und natürlich auch in den gröberen



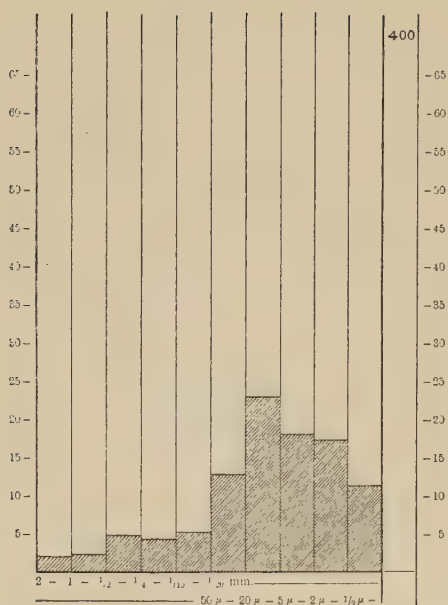
No. 411.
Schwerer Mergelboden.
Försterei Telawa—Semarang.



No. 429.
Försterei Telawa—Semarang.

Fraktionen — nur niedrige Höhen erreichen, dagegen rechts von der 50μ -Grenze sofort stark ansteigen. Es fällt auf diese Weise die Hauptmasse der Böden zwischen 50 und $1/2\mu$. Bei Oberkrumen sind dies zwischen 70 und 80% , in Mittel 75% ; bei Unterkrumen und noch tieferen Schichten Untergrund zwischen 75 und 85% , im Mittel 80% des ganzen Bodens.

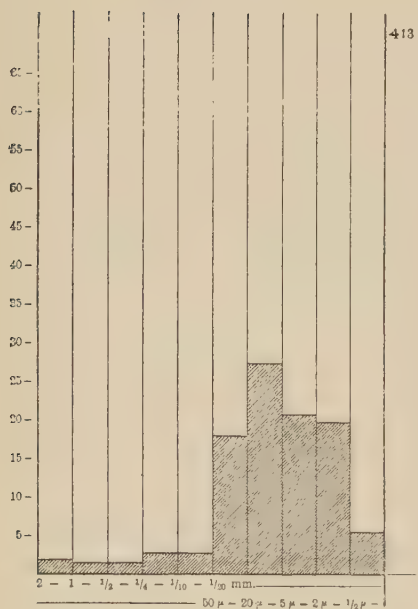
Einer der schwersten Böden dieser Gruppe ist wohl No. 411, aus einer Teife von 1 M. Es sind darin noch über 30% Kalk enthalten; der Kalk muss also wohl bis in die sehr feinen Fraktionen vordringen. Der Gipfel liegt hier zwischen 2 und 5μ . Dies ist auch noch der Fall bei No. 429, wo jedoch die letzte Fraktion auf 14% .



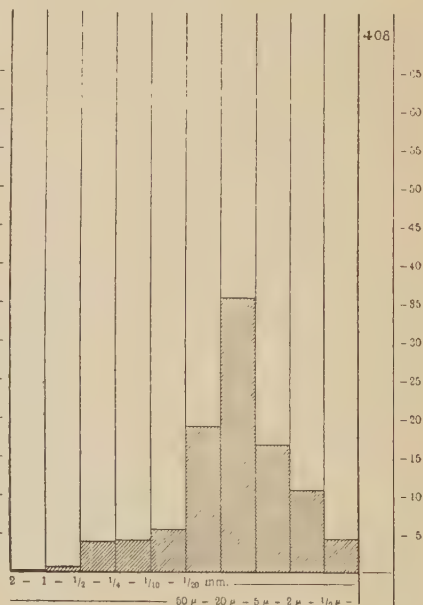
No. 400.
Mergelboden mit 31% Kalk.
F. Telawa—Semarang.

zurückgegangen ist. Die nächste No. 400 ist nun ein Uebergang, weil der Gipfel aus der zweitletzten Fraktion in die drittletzte verschoben ist, und sich nun, bei No. 413 und 408, deutlicher hervorhebt.

Wiewohl sehr begreiflich, so ist es doch in den Diagrammen sehr auffällig, wie mit der Zunahme des Kalkgehaltes eine starke Verminderung der letzten Fraktionen einhergeht. Die Kurve No. 413 ist eine häufig vorkommende typische; wir werden ihr bei den secundären Böden aus diesen Gesteinen wieder begegnen.



No. 413.
Mergelboden mit 43% Kalk.
F. Telawa—Semarang.



No. 408.
Mergelboden mit 72% Kalk.
F. Telawa—Semarang.

§ 48.—Ich möchte die Kurven der Mergelböden nicht gerne verlassen, ohne auf den Wert der hierbei befolgten Einteilung in Fraktionen gewiesen zu haben. Wenn man die Körngrössendiagramme der hier besprochenen Böden, mit denjenigen ganz anderer Böden, welche aber für die ersten sieben Fraktionen viel Ähnlichkeit, und für die drei letzten Fraktionen zusammen, fast dieselbe Summe aufweisen, vergleicht, z. B.:

No. 415 (**69** %) mit No. 4 (**69** %) [Siehe § 15],

„ 429 (**66** %) „ „ 159 (**65** %) [„ § 20],

„ 413 (**45** %) „ „ 10 (**43** %) [„ § 18],

so ist es klar, dass wenn die mechanische Analyse nach deutscher oder amerikanischer Art ausgeführt worden wäre, alles unter 5μ zusammengefasst wäre als „tonige Bestandteile“ oder „clay“, und der bedeutende Unterschied, gerade in den feinsten Korngrössen, und physisch von so hoher Bedeutung, nicht ans Licht gekommen wäre. Jetzt stehen sich aber

No. 415 mit **20** %, und No. 4 mit **40** %,

„ 429 „ **14** „ „ „ 159 „ **33** „ ,

„ 413 „ **5** „ „ „ 10 „ **17** „ ,

als deutlich verschieden gegenüber. Uebrigens sprechen die Kurven beim ersten Blick für sich selbst.

b. DIE BÖDEN DER SANDIGEN KALKSTEINE.

§ 49. Wenn man Dünnschliffe von den Mergeln und den Kalksteinen vergleicht, so fällt sofort der Gehalt an grösseren Quarzkörnern im Kalkstein auf. Daneben zeigt sich ein viel reinerer Teig von Calcit, in welchen die Quarzkörner und die unversehrten Foraminiferen liegen. Wenn ein solches Gestein einer Verwitterung ausgesetzt wird, ähnlich der, bei den Mergeln beschrieben, so muss doch etwas anderes geschehen. In der Regenzeit wird von oben nach unten hin ausgewaschen; wohl mässig, aber es geschieht doch, und sogar etwas stärker als auf den Mergeln, weil hier der Kalkstein und seine Verwitterungsprodukte durchlässiger sind, als dies bei den Mergeln der Fall war. In der Trockenzeit kann dagegen kaum Wasser aufsteigen, weil es eben fortgesickert ist; in den mergeligen Böden geht das eher, weil sie toniger sind.

Ohne sonstige Bestandteile im Kalkstein, müsste also nichts wie eine reine Sandschicht obenauf liegen bleiben. Aber so einfach ist es nun doch nicht.

Wie bei den Mergelböden schon erwähnt, ist von den Vulkanen erstens während der Sedimentbildung dann und wann etwas Asche eingestreut worden, zweitens und hauptsächlich aber später, als die Sedimentärgesteine schon über Wasser gehoben waren. Diese Asche ist natürlich mit verwittert, und hat bei der „intermittirenden Auswaschung“ ein lateritisches Produkt ergeben, welches nun dem freigekommenen Sande untergemischt ist.

Um jedes Missverständnis zu vermeiden, fasse ich den Unterschied der Bodenbildung auf dem Kalkstein und auf den Mergeln nochmals kurz zusammen:

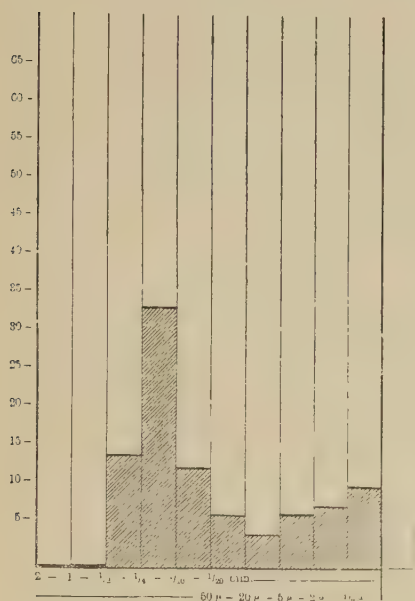
Auf dem porösen Kalkstein: Auswaschung in der Regenzeit, Stillstand in der Trockenzeit; Resultat: intermittirende Lateritbildung.

Auf dem schwerdurchlässigen Mergel: nur schwache Auswaschung in der Regenzeit, weil viel weniger Wasser eindringt in schweren tonigen Boden, als in sandigen; und ferner die Wasserbewegung dort viel langsamer stattfindet als hier. — In der Trockenzeit dagegen wird von dem festgehaltenen Wasser in dem Mergelboden und verfaulten Mergel allmählich ein guter Teil wieder an die Oberfläche geführt zur Verdunstung. In der Trockenzeit also kein Stillstand sondern Anreicherung der Krume durch Aufsteigen des Wassers. Resultat: keine Lateritbildung, sondern Bildung von Schwarzerde, deren blauschwarze Farbe möglicherweise ausser der Sonnenglut, auch der Aufsteigung van alkalischem Grundwasser zuzuschreiben ist.

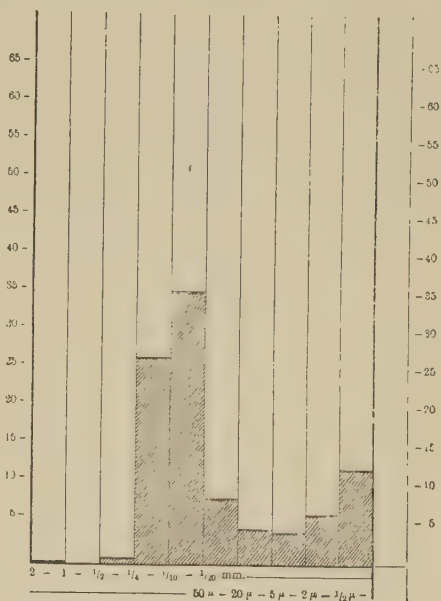
§ 50. Der Sand, Küstensand, aus welchem die Kalksteine hervorgingen, muss sich in dem regelmässig bewegten Wasser zwischen bestimmte Korngrössen eingeschlossen haben. Jedenfalls muss es immer eine Maximum- und eine ihr naheliegende Optimumgrösse geben; diese Grössen dürfen aber etwas schwanken von Probe zu Probe. Unterstehende drei Proben No. 450, 434, und 468, aus der Försterei Nord-Kradenan, in Rembang, Mittel-Java, zeigen gröberen, mittleren und feineren Sand: (Figg. auf S. 59).

Die linken Fraktionen bis etwa 5μ waren alle rötlich weiss; Quarzsand, etwas rostig angelaufen. Die drei letzten Fraktionen rot oder braunrot, je nachdem der Boden weniger oder mehr humös war. Es bestehen obige Kurven also eigentlich aus 2

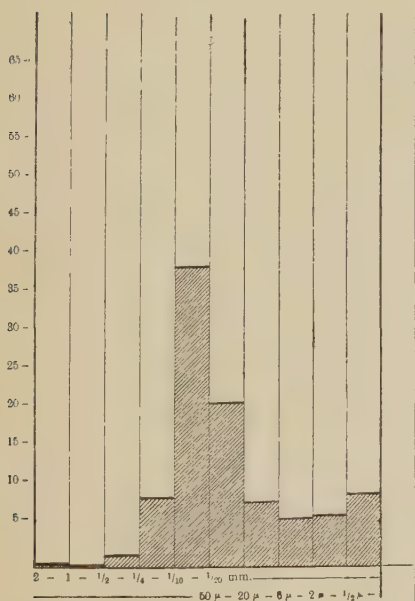
Teilen, aus 2 Kurven, welche beide ganz für sich natürlich höher wären. Unterstehende Fig. No. 451, die Unterkrume zu No. 450,



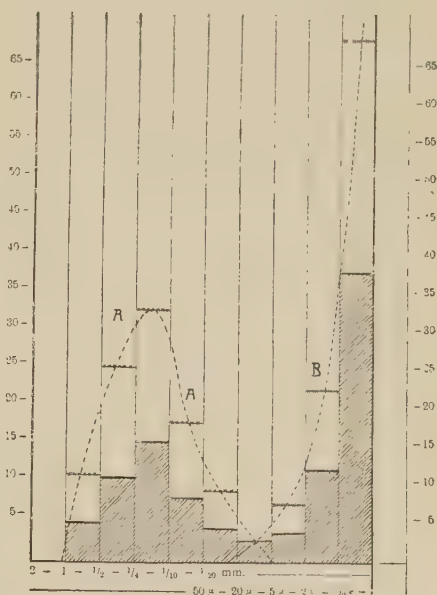
No. 450.
61% Sand von 500–50 μ .



No. 434.
63% Sand von 250–50 μ .

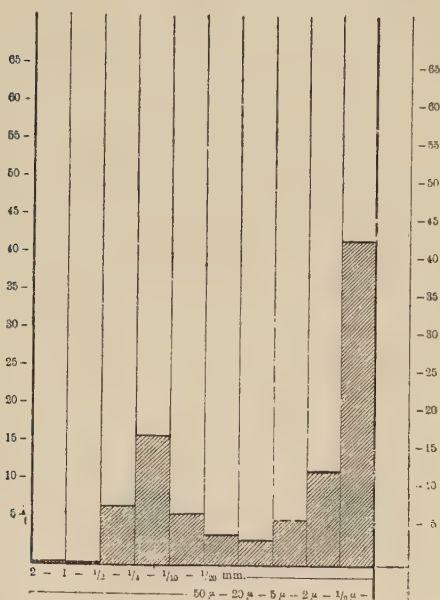


No. 468.
69% Sand von 250–20 μ .



No. 451.
Nord-Kradenan Rembang
A=Sandkurve
B=Lateritkurve.

zeigt schön die beiden Gipfel. Nimmt man den Laterit fort, und lässt die Summe über 50μ Grösse 100% sein, so heben sich die gröberen Fraktionen auf bis zur Kurve *A*, die die Sandkurve heissen mag, weil sie wohl dem ursprünglichen sandigen Sediment entspricht (Vergl. No. 178 aus § 35). Nimmt man den Sand fort, so hebt sich die Kurve *B* hervor, welche der Boden also gezeigt haben würde, falls *aller* Sand, ohne Quarz, verwitterungsfähig gewesen wäre, wie der übrige Teil, der nicht Kalk war. (Vergl. No. 2 aus § 14).



No. 464.
Nord-Kradenan—Rembang
Vorherrschende Kurve *B*.

Ohne jede Schwierigkeit sieht man in obigen Diagrammen No. 450, 434, und 468 die beiden Kurven *A* und *B* sich die Wage halten; d.h. es herrscht die Kurve *A* vor. In nebenstehender Nr. 464 ist es gerade umgekehrt; da ist der Lateritzweig der vorherrschende. Sowie hier, ist es häufig der Fall, dass die Oberkrume mehr die Sandkurve hervortreten lässt, die Unterkrume dagegen die Kurve *B*. Man kann sich das leicht erklären durch die Annahme einer Durchschlammung von feinen Teilen von

oben nach unten hin in der Regenzeit. Gerade weil diese Böden in ihrem Obergrund so arm und ausgewaschen und lateritisirt sind, lässt sich eine Durchschlammung als selbstverständlich betrachten. Es ist dem auch nicht verwunderlich, dass in der Regel sowohl Ober-, wie Unterkrume vollständig kalkfrei sind, was bei den Mergeln bedeutend weniger der Fall ist.

Auch ist, wenn der Sand nicht zu sehr vorherrschend ist, der Boden meist reichlich humushaltig. Dieser Humus ist aber mehr echter, braunschwarzer Humus, sowie man ihn auch in anderen Lateritgegenden, dort aber meist höher in den Bergen

findet. Dass er sich in dieser geringen Höhe so lange hält, mag wohl der fortwährenden Bewaldung zugeschrieben werden.— Und so findet man hier vielfach folgendes Bild: Oberkrume, etwa $1\frac{1}{2}$ — 1 Fuss dunkelbraunroter, mässig reicher, sandiger Boden von guter physischer Beschaffenheit; Unterkrume, etwa 1 — 2 Fuss dick, hellbraunroter, bis roter, etwas schwererer Boden aber doch noch physisch gesund. Dann bräunlich gefleckter gelbweisser Kalkstein. Der Djatiwald gedeiht darauf vortrefflich; für intensivere Kultur, Feldbau, ist der Boden jedoch zu arm.

§ 51. Viele Foraminiferen, mit Ausnahme der Globigerinen, scheinen bei Lebzeiten viel Eiweiss gebildet, oder auf sonstige Weise viel Schwefel gespeichert zu haben; man sieht sie dann im Dünnschliff des frischen Kalksteins voller Pyritkriställchen in regelmässiger Anordnung. Wenn von einem solchen Kalkstein bei der Verwitterung der Kalk fortgewaschen wird, bleibt der Pyrit übrig, kommt mit Luft in Berührung und oxydirt sich zu Sulfat, welches danach mit weiterem Kalk *Gips* liefert. Damit wäre eine genügende Erklärung gegeben für die in vielen Kalkstein-, besonders aber Mergelböden, in einiger Tiefe vorkommende Gipsmengen. Manchmal findet man in $1 - 1\frac{1}{2}$ M. Tiefe *Gipston* mit über 40% Gips, und dann ist der Boden dort meist sozusagen kalkfrei. Die Frage könnte demnach auftauchen: wenn der Kalk so gründlich ausgewaschen ist, warum ist es dann der Gips nicht?—

Erstens ist ein Teil des Kalkes nicht ausgewaschen, sondern umgebildet in Gips. Dabei kam Kohlensäure frei, welche die Löslichkeit des kohlensauren Kalkes natürlich sehr erhöhte. Es besteht aber noch ein wichtiger Punkt.

In der Regenzeit wird,—angenommen dass die Oberkrume schon kalkfrei ist, aber noch pyrithaltig, ausserdem mehr oder weniger humös—, das einsickernde Wasser sauer sein von Schwefelsäure, und von als Säure reagirenden Humusstoffen. Die letzten Spuren Kalk werden so ausgewaschen, und wandern als Gips nach unten. Dort findet Gipsausscheidung statt, sobald das Wasser den Kalkstein berührt, und die Humusstoffe schlagen gleichfalls nieder durch den Kalk; fliesst nun noch Grundwasser fort, so kann es höchstens doppeltkohlensauren Kalk mitführen,

welcher die Löslichkeit des Gipses herunterdrückt, und sich also nur von wenig ausgewaschenem Gips begleiten lässt.

In der Trockenzeit steigt Grundwasser auf, wie so eben beschrieben, also sowohl kalk- wie gipshaltig.

Aber das Wasser, seiner Humusstoffe beraubt, und wahrscheinlich auch seiner grossen Kohlensäure-Konzentration durch Verlust von gasförmiger Kohlensäure, kann nur noch wenig oder kaum kohlensauen Kalk mit hinaufnehmen, dagegen eher den Gips. Letzterer kommt auf die Weise ins Auf- und Absteigen, der Kalk dagegen wandert nur abwärts. So liesse sich eine, wenn auch einstweilen nur mässig befriedigende Erklärung geben für die Erscheinung, dass Gips zur Stelle bleibt, Kalk dagegen verschwindet; der Unterschied ist dann, wie in so vielen Fällen zurückgeführt auf einen Unterschied der Löslichkeiten im aufsteigenden- und absteigenden Grundwasser.

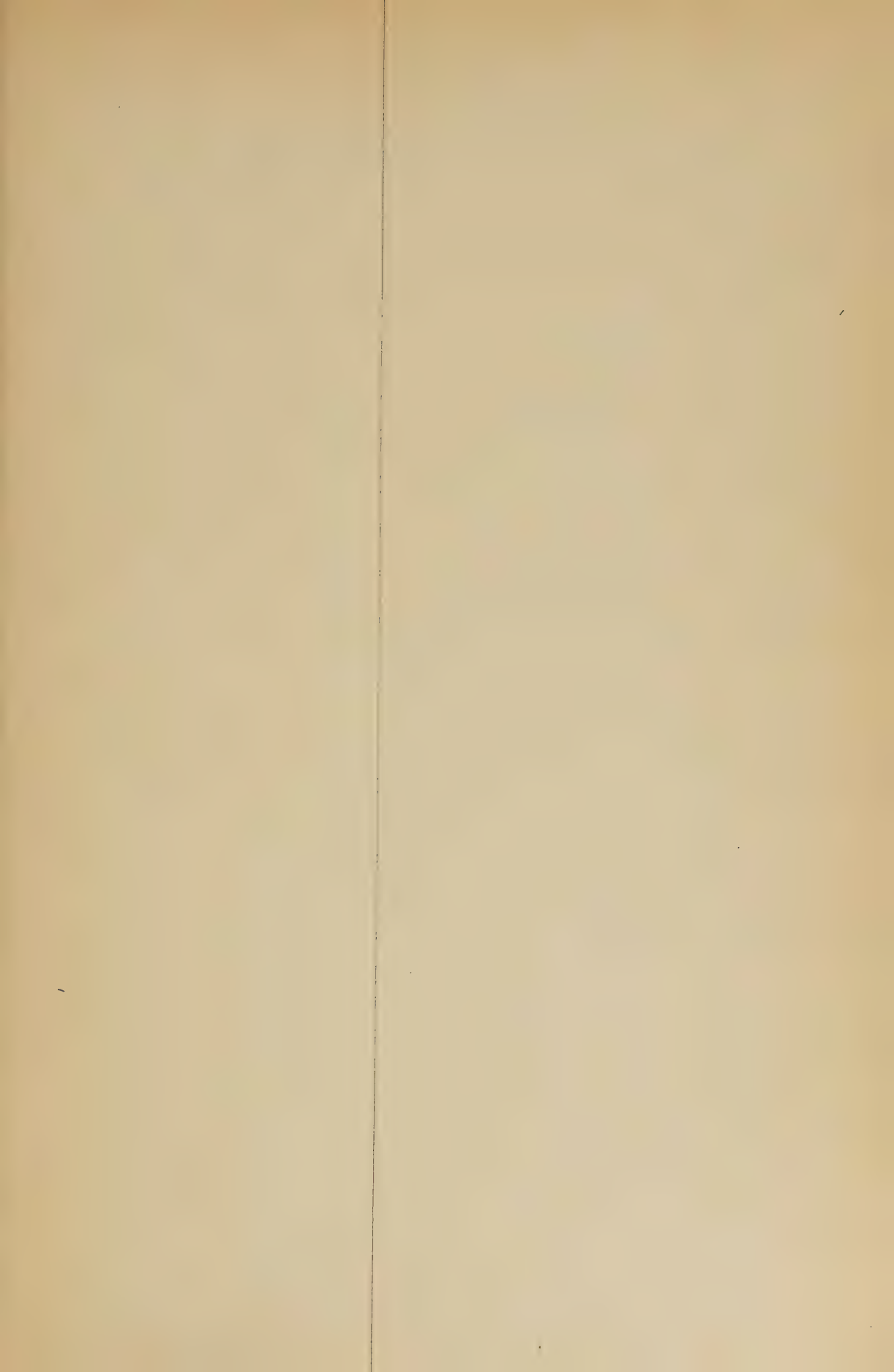
§ 52. Die Gipstonböden sind auffallend schlechte Kulturböden; sogar der Djatibaum, sonst so genügsam, bringt es auf diesen Böden zu nichts. Es ist aber die Frage, ob der Gipsgehalt als solcher dafür verantwortlich ist, ob der Gips als Gift wirkt, oder ob andere Umstände die schlechte Qualität der Böden bedingen.

Es kommt mir vor, dass letztere Beantwortung der Frage die wahrscheinlichere ist.

Es enthalten die Gipsböden n.l. ausser den Gipskristallen, — welche regellos eingestreut liegen, und in meinen Proben (11) nie grösser sind, als etwa 2 m.M., — niemals Sand oder gröberen Staubsand; sie sind also sehr feinkörnig. Aber sie sind, wo Gips vorhanden, geflockt; wo der Gips jedoch ausgewaschen ist, da gehen sie auseinander, in die Einzelkornstruktur.

Die Farbe der gipsfreien Oberkrume ist grau; nach der Tiefe hin wird die Farbe mit steigendem Gipsgehalt mehr und mehr gelblichgrau bis graugelb. Dieses Gelb ist eine charakteristische Farbe für die Gipsböden; sie liegt zwischen strohgelb und ocker-gelb, ist aber entschieden nicht rostfarben oder bräunlich. Dabei ist der Boden fleckig, mit intensiver gelben, und mehr grauweissen Partien.

Den für die Vegetation ungünstigen Zustand möchte ich mir nun wie folgt erklären: In der Regenzeit sickert sehr salzarmes (die Anwesenheit des Gipses hat die Auswaschung anderer Salze



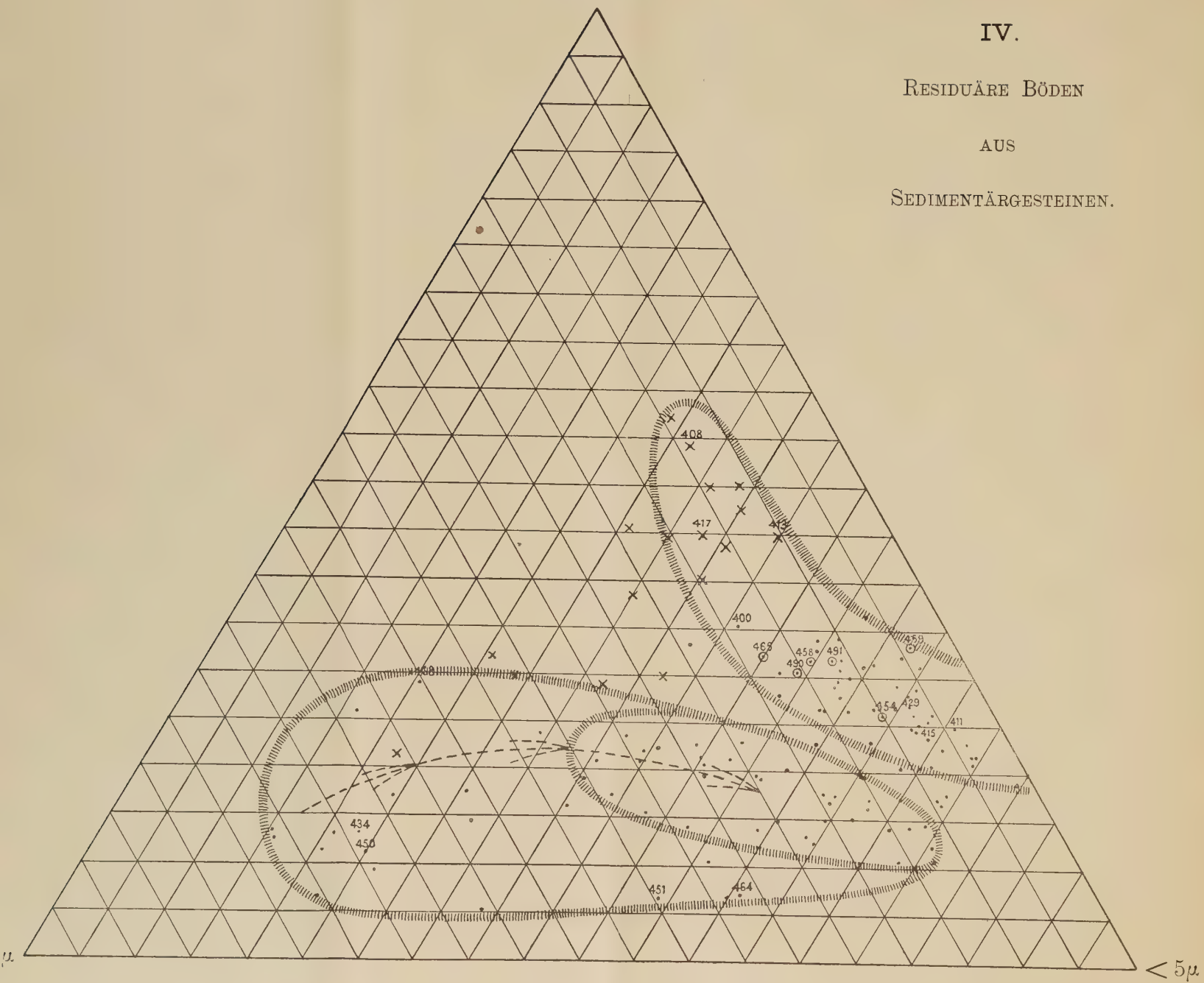
50—5 μ

IV.

RESIDUÄRE BÖDEN

AUS

SEDIMENTÄRGESTEINEN.



gewiss gefördert!) von obenher in den Boden ein. Als bald wird die Oberkrume, fein und tonreich, sich aber mit Wasser gesättigt haben; sie nimmt Einzelkornstruktur an, und schliesst sich. Der Untergrund hat nun, durch die tiefen Spalten welche in der vorhergehenden Trockenzeit entstanden waren, etwas Wasser erhalten, ist aber weiterhin von der Luft abgeschlossen; dabei entwickeln sich Reduktionsprozesse, die die Eisenverbindungen nicht unbehindert lassen; der Boden wird subhydrisch gebleicht. Jetzt folgt die Trockenzeit. Die Oberkrume trocknet und reisst; die Risse gehen bis tief in den Untergrund, und es dringt allenthalben Luft ein. Dabei steigt das Grundwasser auf. Jetzt findet Oxydation statt, wo ein halb Jahr später wieder die Reduktion siegen muss. So geht es immerfort weiter; kurz — wir haben einen Zustand von fortwährendem Wechsel zwischen Oxydation und Reduktion, zwischen aeroben und anaeroben Umständen im Boden; einem Wechsel, bei welchem keine Vegetation standhält; nur sehr wenige Pflanzen vertragen es, ein Halbjahr trocken und dürr zu stehen, und das andere Halbjahr in nassem, von der Luft abgeschlossenen Boden.

§ 53. Wenn man nun die Böden, welche in situ aus Mergel und Kalkstein hervorgingen, zusammengestellt *) in einem Dreieck, (IV), übersieht, so zerfallen sie in zwei deutlich geschiedene Enclaven, welche in der Figur eingezeichnet sind.

Die Zunge oben rechts umfasst alle typischen Mergelböden; Kein einziger fällt ausserhalb der gezeichneten Grenzlinie. Die Insel unten, durch eine Anzahl abweichender Grenzfälle etwas gross geworden, schliesst nahezu alle auf dem Kalkstein angetroffenen Böden ein. Aber nicht alle!

Durch ein Kreuzchen werden diejenigen Böden angegeben welche mehr als 40% Kalk enthalten. Es ist klar, wie sie in der Mergelzunge alle in die obere Spitze fallen; schliesst man diese unfertigen Böden aus, so zieht sich der Rest wohl auf ein merkwürdig kleines Gebiet zurück. — Die kalkreichen Böden auf dem Kalkstein, also zumeist Untergrundproben, fallen grösstenteils ausserhalb der Insel. Es teilen dieses Los aber ausserdem noch einige weitere Böden, in der Figur zwischen Zunge und Insel

*) Diejenigen Böden, deren Diagramm in den vorhergehenden Seiten abgebildet wurde, sind mit ihrer Nr. angegeben; viele sonstigen Böden einfach durch einen Punkt.

gelegen, namentlich solche welche bedeutend weniger Sand enthalten, als dem zugehörigen Untergrund entspricht. Ich vermute daher, dass diese Böden zusammengespülte Oberkrume sind: der entsprechende Sand ist dann oberhalb liegen geblieben, und hat so die extrem sandigen Böden, ganz links in der Insel, ergeben.

Unsere besondere Beachtung verdienen aber die abnormal schweren-, und die Gipsböden, welche man dann und wann in dem Kalksteingebiet antrifft. Sie fallen allerdings ausserhalb der Insel, aber—wie man im Dreieck an den eingekreisten Punkten sehen kann,—mitten in die Mergelböden hinein. Daraufhin könnte man mit Verbeek sagen: es kommt einfach unter dem Kalkstein m_3 heraus, die Mergelétage m_2 zum Vorschein. Immerhin bleibt es merkwürdig, dass hier zwei so scharf gegen einander abgegrenzte Bodentypen so nahe neben einander vorkommen, ohne eigentliche Uebergänge. Die in dieser Schrift (§ 44) gegebene Auffassung über die ursprüngliche Bildungsweise der tertiären Sedimente würde aber doch mancherlei Uebergänge als notwendig vorhanden voraussetzen: möglicherweise wird die Kette in Zukunft durch neue Bodenproben von anderen Fundstellen geschlossen.

c. DIE KALKFREIEN GESTEINE.

§ 54. Es verlangen diese Gesteine und die daraus hervorgegangenen Böden eine absonderliche Behandlung, weil die Verwitterung hier durch die besonderen Eigenschaften des Ausgangsmaterials anders einsetzt und verläuft, und zu anderen Resultaten führt.

Ursprünglich von den drei Arten Sedimentärgestein am unregelmässigsten abgesetzt, bilden die Tonschiefer, Lehmschiefer und grauackeartigen feinen Sandsteine selten gleichmässige dicke Schichten, sondern viel mehr in schneller Abwechslung öfters nur wenige c.M. dicke feinere und gröbere Sedimente, vielfach gegen einander auskeilend, sowie man es von Bildungen in und neben Flüssen und Flussmündungen erwarten kann. Dann und wann findet man auf einmal zwischen meterdicken kalkfreien Schichten, eine, wenige c.M. dick, ganz aus Foraminiferenkalk, mit Muschelfragmenten und grobem Mineralsand bestehend. Also

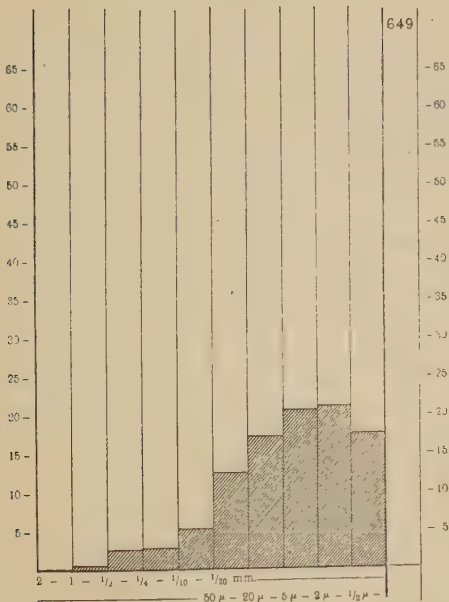
plötzlich eine Einschwemmung von Seesand in eine Süßwasserlagune, glaube ich annehmen zu dürfen. Wie sonst die gefundene Tatsache zu erklären?

Bei der Verwitterung sind nun Felsmassen, aufgebaut aus zahlreichen, sehr ungleichartigen Schichten Sedimentärgestein, natürlich *sehr stark der physischen Desintegration ausgesetzt*; in den tonreichen Schichten schwillt der Ton, die feinen Quarzsande können die Quellung nicht mitmachen, und brechen aus, die in Körngrösse ihrer Elemente sehr verschiedenen Schichten lösen sich von einander ab, kurz—wo Gebirge oder Hügelland dieser Art Gesteine schwerem Regen ausgesetzt ist, da gerät die ganze Masse öfters in ein sanftes Rutschen, und man sieht ähnliche Erscheinungen wie an den s.g. Schlierböden in der Nähe von Wien.

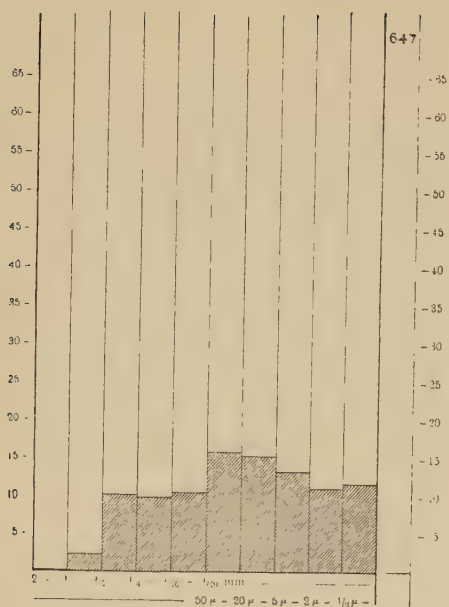
Selten findet man auf diesen Gesteinen residuäre Verwitterungsböden. Auf allen Abhängen schieben oder rutschen die Verwitterungsmassen ins Tal hinab, und in den Tälern werden sie von den dort strömenden Flüssen oder Bächen mit Leichtigkeit

fortgeschwämmt; es bleiben also nur flache Kuppen. Dort kann es aber sogar bis zur Bildung von Lateritböden aus diesen Sedimentärgesteinen kommen.

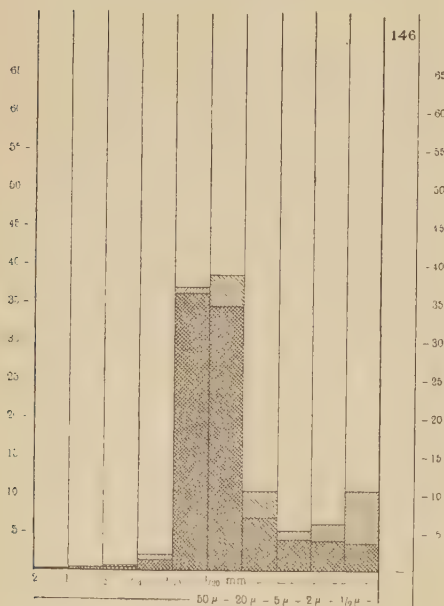
Nebestehende Nr. 649 ist ein graugelber Verwitterungsboden aus einer von fortwährenden Bergschlüssen befallenen Gegend; freilich regnet es dort auch über 3 M. im Jahr. Aus derselben Gegend, aber von einem Hügelpf, stammt der schön hell orangerote Boden



No. 649.
Schlierböden. N. von Bandjarnegara
Mittel-Java.



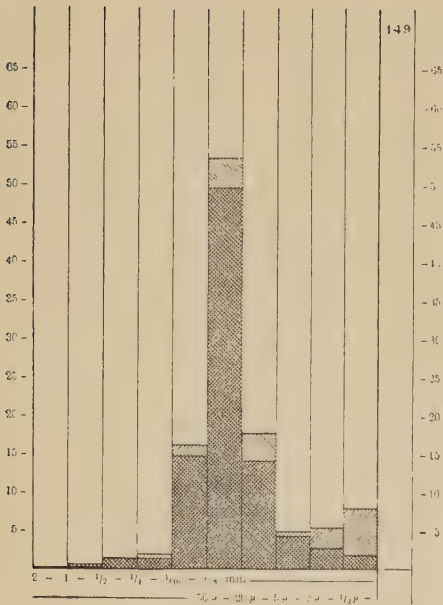
No. 647
Lateritboden aus Lehm- und Sandstein.
N. v. Bandjarnegara. — Mittel Java.



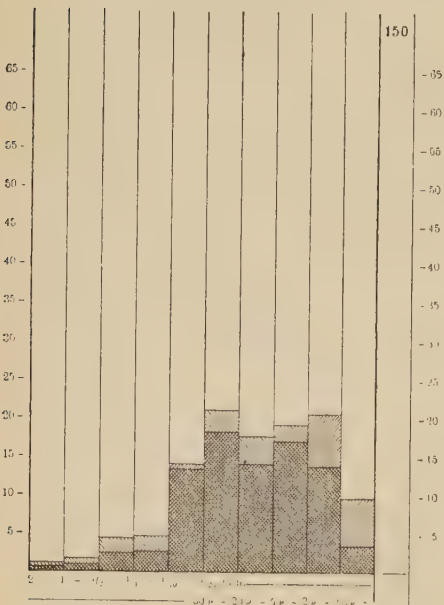
No. 146.
Roter Lateritboden aus Kalksandstein.
Bei Lasse. N. Küste von Java.

No. 647. Anstehend ist er noch fleckig, und noch nicht ganz ausverwittert. Übrigens besteht der als Sand im Diagramm fungierende Teil aus durch Eisenoxyd verklebte Ton- teilchen nebst Quarz und Pflanzenfasern. Von einer Lateritkurve wie bei aus- verwitterten Böden vulka- nischen Ursprungs ist hier jedoch noch nicht viel zu sehen.

§ 55. Als Übergang zu den secundären Böden aus Sedimentärgesteinen möchte ich eine lehrreiche Reihe von Böden behandeln, alle in der Ebene von Rembang gelegen. Erstens einen roten Lateritboden, vom unteren westlichen Abhang des Lasse- berges, eines älteren Hornblendeandesitmas- sivs. Als ich die Probe nahm, glaubte ich feinen Feldspathsand darin zu sehen, erwartete aber eine Kurve, wie mehrmals bei Lateritböden aus Andesit erhalten. (z.B. No. 159 und No. 132; siehe § 20.) Wie ganz anders fiel sie aus! Und wie klar zeigt hier der feine weisse Quarzsand die Her- kunft aus tertiärem Kalk- sandstein. Die letzten drei



No. 149.
Gelber Löss(?) bei Rembang.



No. 150.
Armer Boden S. O. von Rembang.

noch leidlich Mais wuchs, ergab die Kurve No. 148. Es ist die typische Mergelkurve; das Bischen Sand besteht ganz aus Foraminiferen. Der Kalkgehalt des Bodens ist 58.4 %.

Etwas weiter wurde der Boden gelb; und das Unkraut sah schon sehr elend aus. Eine Probe dieses sehr staubigen Bodens lieferte eine unerwartete, abweichende Kurve. Die Hälfte des Bodens war Staubsand zwischen 20 und 50 μ ; $\frac{4}{5}$ lagen zwischen 5 und 100 μ . Es ist möglich, dass es ein residuärer Boden ist, aus einem Sediment, das in Feinheit zwischen No. 468 (Siehe § 50) und No. 408 (Siehe § 47) die Mitte hält. Es ist aber auch möglich, und mit Hinsicht auf die sehr geringe Menge der drei feinsten Fraktionen nicht unwahrscheinlich, dass wir hier einen vom Wind zusammengetragenen Staubsand haben; also einen Lössboden. Dagegen spricht aber das Fehlen jeder Spur von Kalk und ferner die geringe Ausdehnung der Formation. Denn gleich daneben, noch näher dem Orte Rembang findet man den ganz anderen, aber wo möglich noch viel erbärmlicheren Boden No. 150. Die Unfruchtbarkeit dieses Bodens ist mir noch ein Rätsel. Wassernot kann es nicht sein, denn bei einer kleinen Talsperre, (Waduck), war der Boden von

oben, von der Ebene an, bis ins Wasser, nur mit ödem, dürrer verkrüppelten Gras bestanden. Man hatte versucht Sisal zu pflanzen; die Blätter dieser genügsamen Pflanze, welche auf gutem Boden $1\frac{1}{2}$ —2 M. lange werden, erreichten hier kaum 20 c. M. Es ist ein merkwürdiger Anblick, auf dieser grünen reichen Insel so eine graue armselige Wüstenlandschaft an zu treffen. Jedenfalls lässt uns hier die mechanische Analyse, welche eine Kurve mit 2 Gipfeln zu sehen giebt, also auf einen secundären Boden, aus Kalkstein- und Mergel-Quarzsand zusammengeschwemmt, weist, gründlich im Stich. Auch die Hygroskopizität sagt hier nichts über diese Unfruchtbarkeit. Was die chemische Analyse aber ans Licht bringt, möge man in einer nachfolgenden Arbeit nachlesen.

Secundäre Böden aus Secundären Gesteinen.

§ 56. Man wird begreifen, dass die trocknen, humosen sandigen Böden auf eckig und zackig eingefressenem Kalkstein viel fester liegen, als die feineren, nassen Verwitterungsmassen auf den Mergeln. Die letzteren sind denn auch viel mehr dem Abtrag, der Abspülung in der Regenzeit, unterworfen wie die



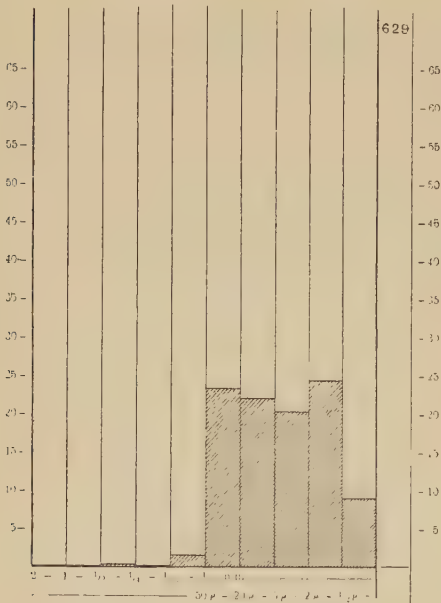
kaum oder gar nicht von dem ursprünglichen Material, aus welchem diese noch jungen, und in ihrer noch kurzen geologischen Lebzeit kaum veränderten Gesteine hervorgingen. Es ist eben nur ein Verfestigen mit darauffolgendem Auflösen und an einem andern Ort wieder Niederschlagen gewesen, was sie durchgemacht haben. Allein der Kalk wird manchmal, zumal bei den Kalksandsteinen, gründlich ausgewaschen.

§ 57. Manchmal jedoch, wie z. B. im Boden von Demak, schlägt noch ziemlich viel Kalk mit nieder; bis zu 30 %. Dann findet man im Sand des Bodens noch gut erhaltene Globigerinen, Textularien, u. s. w. Würde diese Gegend nun tektonisch gestört, der Demak-Boden zu Gestein verfestigt, und weiter gefalten und gestört, so würde man, auf Grund der marinen Petrefakten diese Bildung sehr leicht als marin betrachten; und doch ist es ein Süswassersediment, in welchem vielleicht manches Landtierfossil eingeschlossen liegt. Zu was für Erklärungen werden spätere Geologen greifen, wenn sie in den Foraminiferen-führenden Schichten Menschenknochen regelmässig eingebettet finden? — So mahnt also dieses Beispiel zur Vorsicht, um aus dem Vorhandensein von marinen Fossilien nicht sofort zu schliessen, dass die untersuchte Schicht ein Meeressediment sei; sie kann, wie hier erörtert, auch sehr gut eine Süswasserbildung sein.

§ 58. Bisjetzt ging ich aus vom Standpunkte, dass die gröberen Sedimente mehr an und nahe der Küste, die feineren weiter, im Meer, abgesetzt wurden und werden. Folgendes Beispiel greift nun auch diese einfache Regel an. An der Küste von Süd-Neu-Guinea, bei Merauke, finden sich Dünenreihen parallel der Küste; sie bestehen aus sehr homogenem Sand, von $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ m.M. Durchm.; Quarz durch Eisenoxydansatz gelb gefärbt; die oberen 10—15 c.M. sind etwas humushaltig; der Untergrund ist reich an Kalk- und Eisenkonkretionen. — Hie und da werden die sonst breschenlosen Dünen durchbrochen von einem ins Meer fliessenden Fluss. Zwischen den langen Dünen finden sich Täler, und darin liegt meist ein schwerer grauer Ton. Eine Probe eines solchen Tones gab hinterstehende Kurve: No. 629. (Siehe S. 72). Dieser Ton ist kalkreich, aber ohne Foraminiferen. Die Kurve ist aber genau dieselbe, wie sie die Mergelböden ergeben.

Wahrscheinlich ist dieser Ton nun abgesetzt aus von der Flut aufgestautem Flusswasser welches zwischen die Dünenreihen

gedrängt wurde, und durch beigemischtes Salzwasser den Ton ausflocken liess; während der Ebbe lief dann klares Wasser ab, um bei der nächsten Flut wiederum schlammhaltiges Wasser einzulassen, u.s.w. Hier haben wir also einen Fall, wo auf- und — wenn der Sand der Dünen verweht, — zwischen groben kalkfreien Sedimenten, ganz gleichalterige, höchst feine, kalkreiche Sedimente zum Absatz kommen.



so könnte man die Aufgabe als erfüllt betrachten. Lieber als mit solcher Genugtuung möchte ich jedoch diese Arbeit schliessen mit einer Aufforderung an die Fachgenossen in andern Ländern, die Arbeitsmethode und die angestellten Betrachtungen zu prüfen, sie womöglich auf ihr Land und ihre Böden anzuwenden, und sie so entsprechend zu erweitern und zu verbessern.

INHALT.

| | Seite: |
|---|--------|
| Einleitung. | 1. |
| PRIMÄRE BÖDEN AUS PRIMÄREN GESTEINEN | 4. |
| Böden aus basischen Eruptivgesteinen | 4. |
| Frische Aschen | 5. |
| Trocken verwitterte Aschen. | 7. |
| Diese Aschenböden im Δ | 11. |
| Feucht verwitterte Aschen | 12. |
| Krümel- und Einzelkornstruktur | 17. |
| Lateritisch verwitterte Böden im Δ | 19. |
| Schichtenfolge | 20. |
| Rolle des Eisenoxyds | 21. |
| Subhydrische Aschenböden | 23. |
| Böden aus sauren Eruptivgesteinen | 26. |
| SECUNDÄRE BÖDEN AUS PRIMÄREN GESTEINEN | 28. |
| Betrachtung über den Zusammenhang des Schlämmdiagramms mit der Art und Weise des Absatzes eines Sedimentes | 28. |
| Flussschlamm | 29. |
| Flussabsatz | 34. |
| Geschiebe. | 39. |
| Vulkanische Schlammströme | 40. |
| Brandungssand | 42. |
| Sedimente aus Verwitterungsmassen. | 44. |
| Schwebestoffe und Sedimente im Δ | 46. |
| BÖDEN AUS SEDIMENTÄRGESTEINEN. | 47. |
| Ueber die Gesteine selbst | 47. |
| PRIMÄRE BÖDEN AUS SECUNDÄREN GESTEINEN | 52. |
| Böden auf den Mergeln | 52. |
| Böden auf den sandigen Kalksteinen | 57. |
| Gipston. | 61. |
| Mergel- und Kalksteinböden im Δ | 63. |
| Böden auf kalkfreien Gesteinen | 64. |
| Reihe aus Rembang | 66. |
| SECUNDÄRE BÖDEN AUS SECUNDÄREN GESTEINEN. . . | 70. |
